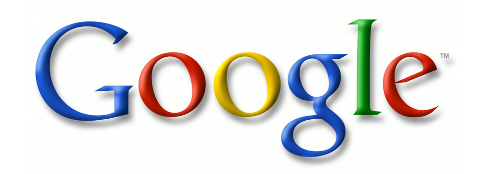





# Über die Einschlüsse von Granat-vesuvianfels in dem ...

Georg Munteanu-Murgoc□

# ÜBER DIE EINSCHLÜSSE

VON

# GRANAT-VESUVIANFELS

IN DEM

# SERPENTIN DES PARÎNGU-MASSIV'S

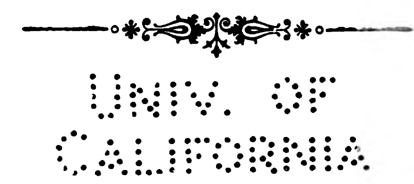
INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE AN DER HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT, II SECTION, DER K. BAYERISCHEN LUDWIG MAXIMILIANS UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

EINGEREICHT VON


GEORG MUNTEANU-MURGOCI

AUS BUKAREST

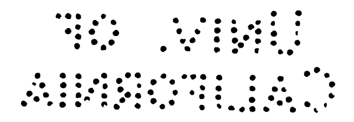



BUKAREST

STAATSDRUCKEREI

1901

Separat Abdruck aus dem «Buletinul Societăţei
de Sciințe» aus Bukarest, (Bulletin de la Société des Sciences, de Bukarest, Roumanie),
IX. Jahrgang, No. 5 und 6, 1900.



## VORWORT

Vor fünf Jahren habe ich auf Antrieb des Prof. L. MRAZEC aus Bukarest in den südlichen Karpathen geologische und petrographische Untersuchungen begonnen; die ersten Resultate jener Studien wurden in einer Beschreibung der Gesteine des Parîngu. Stockes, speciell der Serpentine niedergelegt. Schon am Anfang habe ich mit freiem Auge sowie unter dem Mikroskope an einigen Granatführenden Gesteine einen strengen Zusammenhang zwischen Pyroxen und Granat, manchmal wahre Pseudomorphosen von Granat nach Pyroxen, beobachtet. Damals erwähnte ich nur vorläufig diese Thatsache, mir vorbehaltend diese Mineralien späteren und genaueren Untersuchungen zu unterwerfen.

In den letzten zwei Jahren (1898—1900), während meines Aufenthaltes in Wien und München, beschäftigte ich mich näher mit der Untersuchung dieser Granat und Vesuvianfelse, und überzeugte mich, dass man es in der That mit einer Metasomotose einiger merkwürdigen Einschlüsse in dem Serpentin zu thun hat: sie stellen umgewandelte Gesteine dar, welche eine mannigfaltige Erscheinung des endomorphen Contactmetamorphismus darbieten. Ich hatte auch während dieser Zeitt die Gelegenheit die berühmten Granat-Vesuvianlagerstätten von *Prägratten*, *Scharn* (Gross-Venedigerstock), *Zillerthal*, *Pyrineen*, *Alathal*, *Ricciavre* (Piemont) und *Insel Elba* zu besuchen und war also in Stande einen Vergleich zwischen diesen Lagertätten mit den Granat-Vesuvianfelse des Paringu-Stockes aufzustellen.

Die geologischen wie chemisch-petrographischen Untersuchungen der Granat-Vesuvianfelse des Parîngu-Stockes bilden das Thema dieser Arbeit. Einige Stücke des Materiales, welches ich studiert habe, finden sich im naturhistorischen Hofmuseum, von Wien und Paris in den mineralogischen Instituten der Universität Wien, in der mineralogischen und petrographischen Sammlung von Heidelberg und der Rest im mineralogischen und petrographischen Laboratorium zu Bukarest.

Wie schon gesagt, habe ich diese Arbeit in Wien begonnen in München fortgesezt und beendet. Es ist für mich hier eine sehr angenehme Gelegenheit, allen denen, die meine Bestrebungen unterstützt haben, den Herren :

Hofrath Prof. G. Tschermak , Prof. Becke , und Prof. Berwerth in Wien,

Prof. P. Groth und Prof. E. Weinschenk in München, für Ihre lehrreichen und werthvollen Rathschläge mein tiefstes Gefühl von Hochachtung und Dankbarkeit auszusprechen.

Ebenso sage ich dem Herrn Hofrath Prof. Ludwig und Herrn Dr. R. v. Zeyneck Asistent am chemischen Institut in Wien, für die wichtigen Erklärungen und nützlichen Einführungen in die chemischen Methoden der Gesteinsanalyse meinen innigsten Dank.

Endlich dem verehrten Meister, welcher mich auf wissenchaftlichem Felde den Weg gebahnt und welcher mich immer in jeder Weise unterstützt hat, dem Herrn Prof. L. Mrazec in Bukarest bringe ich hiermit meine unbegrenzte Dankbarkeit und Erkenntlichkeit dar.

Bukarest, November 1900.

G. M.-Murgoci.

# INHALT.

Seite

*B.* GRANAT- VESUVIANFELS

C. ANHANG



## ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN





# GRANAT- UND VESUVIANFELS

AUS DEM SERPENTIN VON PARÎNGU

## EINLEITUNG.

### 1. Orographische und geologische Uebersicht.

In den südlichen Karpathen, östlich vom Jiuthal, erhebt sich einer der wichtigsten Stöcke derselben, das hohe **Parîngu-Massiv**[1]; seine Spitzen sind über 2.500 M. hoch, und die Hauptkette bleibt in ihrer ganzen Länge gewöhnlich über 2.000 M.

Die orographische Gliederung des Parîngu-Massivs ist eine asymmetrische fiderartige Gliederung mit einer zikzakförmigen Hauptkette. An jeden Winkel des Zikzaks schliessen sich von S. oder N. wichtige Nebenketten an, z. B.: an die Mândra-Spitze (2.529 M.)

---

[1]) Über die Morphologie dieses Gebietes sind die wichtigen Arbeiten von E. DE MARTONNE zu erwähnen: 1) Recherches sur la période glaciaire dans les Karpathes méridionales, mit 3 Karten und mehreren Photographien. Buletinul Societăţeĭ de sciinţe, din Bucurescĭ, No. 4, 1900. Eine zu 1:50000 mit Höhencurven versehene Karte stellt gerade die Region dar, in welcher wir die Granat felsen gefunden haben und welche hier in wenigen Worten skiziert sein wird.

2) Levée topographique 1:10000, dans le massif du Parîngu. Buletinul inginerilor de mine, 1901.

Etwas detaliertere geologische Beschreibungen wurden von BELLA V. INKEY und mir herausgegeben.

BELLA V. INKEY: Die Transylvanischen Alpen vom Rotenturm-Pass bis zum Eisernen-Thor Mathematische und naturw. Berichte aus Ungarn, 1891, IX.

G. MUNTEANU-MURGOCĬ: Les serpentines d'Urde, Muntin et Găurĭ mit einer geologischen Karte. Annuaire du musée de géologie et de paléontologie de l'Université de Bukarest, 1898.

G MUNTEANU-MURGOCĬ: Masivul Parîngu. Buletinul inginerilor de mine, 1898.

» Grupul superior al cristalinuluĭ din masivul Parîngul, mit einer geologischen Karte. Buletinul inginerilor de mine, 1900.

Eine Monographie über das Parîngu-Massiv hoffe ich in kurzer Zeit zu veröffentlichen.

kommt von S. die Molidvişkette, am Piatratăiată (2.348 M.) von N. die Cibankette, am Setea (2.320 M.) Pleşcoaia und Mohoru schliessen sich die gleichnamigen Rücken an, an Urda gliedert sich der Coasta-Benghikamm, an die Papuşa die Corneşulkette, und am Muşetoiu die Zănoagakette.

Die Cibanukette stellt die Verbindung zwischen den Parîngu und den Cindrel-Surianu-Massiv der Mühlbachergebirge her. Für die vorliegende Arbeit interessiren uns zunächst die Berge des nördlichen Abhangs des Parîngu-Massivs.

Am nördlichen Abhange des Parîngu-Massivs öffnen sich zwei durch den Cibanukamme getrennte wichtige Querthäler: das Lotru- und das Jietzuthal, und ein Längsthal: das Latoritzathal getrennt vom Lotru durch den Urdaberg und die Coasta-Benghi.

Das *Obere Lotru-* und *Jietzuthal* laufen im Parîngu-Massiv S.-N. parallel und sind sich in vielen Beziehungen ähnlich: das Lotruthal entspricht einer Synklinale der krystallinischen Schieferhülle und das Jietzuthal sehr wahrscheinlich einer anderen. Jedes Thal sammelt die Quellen aus je einem wichtigen Bogen der Hauptkette, dem Lotru- und Jietzubogen, Quellen, welche ihren Ursprung in den hellen Meeraugen der charakteristischen Circus haben, und die durch ihre Zusammenfliessen den Lotru und den Jietzu bilden.

*Lotru* und *Jietzu* haben ihr Bett tief erodiert; seit langem ist die Schieferhülle abgewaschen, und jetzt finden wir diese mächtigen Wildbäche grösstentheils auf granitischem Grunde fliessend. Merkwürdig ist die Thatsache, dass der Jietzu sowie er die tektonische Linie, welche seinen Namen trägt, antrifft, plötzlich seine Richtung ändert, während der Lotru diese Linie überschreitet; wir finden also ersteren längs einer Verwerfung fliessend bis in's Petroşenibecken hinab, während der Lotru erst aus der Pleaşa gegen Ost umbiegt, nachdem er sein Thal noch einige Kilometer in die krystallinischen Schiefer der ersten Gruppe eingeschnitten hat.

Aehnliche Verhältnisse wie das untere Jietzuthal zeigt auch das Latoritzathal in Bezug auf die grosse Verwerfung zwischen der ersten und zweiten Gruppe der krystallinischen Schiefer. Die ersten Quellen, welche in diesem Thal zusammenkommen, sind: die *Latoritza*, der *Muntin*, die *Urda* und der *Dengherul;* die letzten drei entspringen in den ebensogenannten Căldărĭ (Circus).

Der südliche Abhang des Parîngu-Massivs ist noch mehr erodiert durch viele Querthäler, welche in zwei grössere Thäler münden: in das *Saduthal* und in das *Gilortuthal;* letzteres ist theilweise ein Längsthal.

Der Lotrubogen ist von folgenden Bergen [1]) gebildet: *Hulusu, Găurĭ, Gâlcescu, Iezerul, Slogu, Coasta luĭ Petresi, Cărbunele* und *Stefanu.*

Unter diesen bergen Găurĭ, Gâlcescu und Iezerul typische Gletscherkare, während Coasta luĭ Petresi und Cărbunele nur kleine Mulden (Căldărĭ) besitzen. In Găurĭ befindet sich der Circus Zănoaga Regeluĭ Carol mit zwei kleineren Karen; ein nördliches Căldarea luĭ Murgocĭ, getrennt von dem grossen Kare durch den Grat der Poliţe und durch die Fouqué-Spitze; während das zweite östliche: Căldarea luĭ Ferdinand, theilweise durch die Dunga luĭ Stăncioiu, theilweise durch die Masa luĭ Ferdinand gegen Westen begrenzt wird. Zănoaga Regeluĭ Carol ist in S.-W. von zwei Gipfeln beherrscht: Vîrful Carol I und Piatra tăiată; zwischen Piatra tăiată und Vîrful luĭ Fouqué findet sich das Joch, Curmătura Tziganuluĭ. Nördlich von Găurĭ ist Hulusu von Găurĭ durch die Dunga luĭ Popo, südlich ist Gâlcescu durch die Dunga luĭ Stăncioiu getrennt.

Coasta luĭ Petresi, Cărbunele und Stefanu sind die respectiven Theile zwischen den ebensogenannten Quellen des östlichen Abhanges des Lotru.

Der *Latoritzabogen* besteht aus den Bergen, welche zwischen Coasta Benghi und der Păpuşa-Spitze, sich befinden. Diese sind: *Muntinu, Urda* und *Dengheru*, welche zu gleicher Zeit die Abhänge der respectiven Thäler bilden [2]).

---

[1]) Den rumänischen Ausdruck «Munte», gebraucht man in den S. Karpathen auch nur für einen Abhang oder einen Theil desselben.

[2]) Die merkwürdigen Gesteine, welche die Hauptthema dieser Arbeit bilden, finden sich bei Găurĭ (Vîrful luĭ Fouqué), bei Urda, Cărbunele und Muntinu. Der Besucher kann das Lotruthal mit diesen Bergen durch zwei Wege erreichen: 1) Von Süden von dem rumänischen Dorf Novacĭ aus über Corneşukamm gibt es eine gute Strasse (plaiu Novacilor) bis an die Păpuşa (4—5 Stunde). Von Păpuşa führt ein Fussweg über die Coasta Păpuşeĭ ins (1 Stunde) Urdathal und weiter über den Cărbunele ins (1 Stunde) Lotruthal und in (1 Stunde) die Găurĭ.—2) Von Westen von der kleinen Stadt Petroşenĭ (Ungarische Eisenbahnstation) aus kommt man durch das Maleiathal ins (1 Stunde) Jietzuthal. In diesem Thal fürt ein guten Fussweg aufwärts, geht den Baraken (3 Stunde) vorbei, bis an die Gărbova (1 Stunde) wo der Fussweg den Jietzu verlasst,

Die Hauptkette des Parîngu-Massivs von der Urda bis an die Mândraspitze besteht aus Granit, welcher sich als ein intrusiver Kern in einer gegen S. übergeschobenen Antiklinale, «Mândra-Zug INKEY'S», der halbkrystallinischen Schiefer darstellt. Dieses Gestein zeigt eine granitische Structur nur im inneren Theil des Zugs auf eine Breite von höchstens 3 Km.; sonst gewöhnlich nimmt er ein sehr ausgesprochenes gneissisches Facies wie in Urda, Coasta Păpuşeĭ, Pleşcoaia, Gâlcescu, Lotruthal, Găurĭ etc., an. Am südlichen Abhang der Hauptkette beobachtet man mehrmal eine Alternierung mit Feldspathamphiboliten (einige sind echte Quarzdiorite) oder mit den halbkrystallinischen Schiefer (Mohoru, Setea, Gruiu etc.). Der Granit ist jünger wie die Amphibolite, weil in mehreren Orten man ganz gut conservirte Einschlüsse von den letzten, sowohl in dem eigentlichem Granit (Setea Pleşcoaia), wie in dem Ortogneiss (Coasta Păpuşeĭ) findet. Man kann auch Einschlüsse von Schiefer in den mehr oder weniger basischen Ausscheidungen, und die ganz localen Erscheinungen und Vorkommnisse von Amphibolgranit bis echte Dioriten vermuthen. Es stellt sich die Frage, da die Granitgneisse so oft mit Grünschiefer und Kalkschiefer wechsellagernd vorkommen, ob nicht die Zonen und Linsen von Feldspathamphiboliten (Quarzdioriten), welche so oft in dem Centralgranit vorkommen, basische Differentiazionen durch eine syntektische Liquation in dem Granitmagma wären.

Am südlichen Abhang des Parîngus fallen die Schiefer unter dem Granit; die nördlichen Rücken des Massivs aber sind von einer durch Erosion zerfetzten von circa 200 M. dicken Decke von Grünschiefer und krystallinische Kalke bedeckt.

Diese Schieferhülle dehnt sich gegen N. zu bis an die grossen Jietzu Latoritza Verwerfung aus. Nördich dieser Verwerfung bestehen die Karpathen aus hochkrystallinischen Schiefern (Glimmergneisse, Glimmerschiefer, Granat- Disthen- etc. Glimmerschiefer) mit kleinen Vorkommen von Diorit, Granit, Pegmatit etc.

---

auf die Coasta luĭ Rusu (an der linken Seite des Baches) steigt und über (1 Stunde) den Vîrful luĭ Fouqué oder über die Curmătura Boianuluĭ und die Coasta luĭ Popo nach Găurĭ führt.

Bei den «Baraken» im Jietzuthal ist ein Wirtshaus, welches fast das ganze Jahr geöffnet ist. Ausserdem sind im Sommer von Mai bis September alle Sennhütten (Coasta luĭ Russu, Găurĭ, Cărbunele, Urde etc.) bewohnt. In Cărbunele ist auch eine Jagdhütte «Casa luĭ Duţescu» welche einer Sennhütten vorzuziehen ist.

Der obengenannten Verwerfung entlang findet man ein mannigfaltiges Complex von phillitischen und psammitischen sehr oft graphitreichen Gesteinen hie und da braune und graue Kalke welche einem jüngeren aber unbestimmten Alter (Permocarbon?) angehören.

In dieser Arbeit werde ich die halbkrystallinischen Schiefer, wegen ihres Zusammenhanges mit dem Serpentin und dem Granat-Vesuvianfels näher betrachten.

## 2. Die krystallinischen Schiefer (II^te^ Gruppe).

Die hochkrystallinischen Schiefer (I^te^ Gruppe) [1]) nehmen gar nicht an der Bildung des Parîngu-Massivs theil; sie umgreifen das Gebiet nördlich von der Jietzu-Lataritza Verwerfung, und überlassen den halbkrystallischen Schiefern den ganzen Parîngu mit seinen Nebenketten.

Die Schieferhülle des Granites stellt sich heute am nördlichen Abhang des Parîngus nur als zwei grosse unregelmässige Schollen vor: Coasta luĭ Russu-Gauri und Cărbunele-Muntinu [2]); dieselben sind durch ein Schiefer-Band im Hulusu gebunden. Von dem Gewölbe des Antiklinals sind nur hie und da einige kleine Schollen längst der zackigen Hauptkette wie z. B. am Mândra, Jeşul, Piatra tăiată, und Cósta Petrósă übriggeblieben. Doch diese Reste der Schieferhülle genügen um die Nebenfaltungen des Parîngu-Massivs festzustellen. Sie offenbaren noch deutlich eine S-N gerichtete Faltung und wie schon oben erwähnt wurde, das Lotru- und Jietzuthal entsprechen je einem Synklinale dieser Faltung. Noch ein kleines aber deutlich durch ein Kalkband ausgesprochenes Synklinal sehen wir am Vf. luĭ Fouqué (Sehe Fig. 8 u. 9), zwischen Lotru- und Fouquésynklinale befindet sich das flache Ferdinand's Antiklinal, theilweise abradirt.

Die Schiefer der zweiten (oberen) Gruppe sind in den S. Karpathen ähnlich jenen, welche in den Ost- und Westalpen die

[1]) Ueber die Klassification der krystallinischen Schiefer der S. Karpathen sind die wichtigen Arbeiten von Béla v. Inkey (Berichte aus d. ung. Akademie 1891) und L. Mrazec (Bull. soc. d. sciences Bucarest 1900) zu empfehlen. Ich halte mich hier an die Classification welche Mrazec aufgestellt hat.

[2]) Westlich von oberem Jietzu bedecken diese Schiefer noch weiter bis an Petroşeni-Becken die nördliche und Nord-westliche Rücken des Parîngus.

Schieferhülle des Granits (Centralgneiss) und in Piemont die Pietri verdizone bilden. Wir treffen in Paringu folgende Schiefer:

1. Quarzite und Sericit-oder Graphitquarzite (sowie deren [1]) metamorphische Faciese von Zusammensetzung der Gneisse).

2. Prasinite, Chlorit- und Amphibolitschiefer (mit Talkschiefer, Epidotchloritschiefer, Epidosite und Epidothornfelse).

3. Krystalline Kalke und Kalkglimmerschiefer (hier vielleicht einige Feldspathamphibolite).

4. Phyllite (dazu graphithaltige Glimmerschiefer etc.).

An den ersten drei Gruppen findet man in Parîngu alle Charaktere, welche diesen Gesteine in den berühmten Fundorten eigenthümlich sind: wiederholte Wechsellagerung, allmählicher Uebergang von einem zum anderem, mineralogische Zusammensetzung, petrographisches Facies und endlich den engen stratigraphischen Zusammenhang zwischen einigen Gliedern dieser Schiefer und eruptive Massen wie Amphiboliten, Serpentinen etc. Ob einige Prasiniten von Parîngu, aus Diabasen, Diabastuffe, Amphiboliten, Euphotiden etc. abstammen konnten, wie man es für einige alpine und piemontesische Prasinite bewiesen hat, ist durch unsere Studien noch nicht festgestellt. Ausserdem, dass grosse Diabasmassen in den Karpathen nicht oft vorkommen, zeigen im Gegentheil diese Gesteinen ein sehr deutliches detritisches Habitus [2]) in allgemeinen.

Die Quarzite (q auf Pht. u. Figuren) scheinen im Parîngu die unterste Schichte der Schieferhülle zu sein, und darum treten sie sehr wenig zu Tage. Auf dem nördlichen Abhange des Parîngu finden wir die ersten echten Quarzite am Gruiu mic, dann in Pîclişa und mehr entwickelt in Dunga luĭ Stăncioiu. (Ph. 1). Diese letzten sind etwas schiefrig und graphithaltig und treten noch einmal in

---

[1]) Sehe die zahlreichen und werthvollen Arbeiten von GASTALDI, BARETTI, ZAACCAGNA, RIVA, FRANCHI, NOVARESE, STELLA über die »pietri verdi« von Piemont, HAUG, TERMIER etc. über Schistes chloriteux etc. der Seealpen, WEINSCHENK über die Schieferhülle der Centralalpen.

[2]) Auch das Alter dieser Gesteine ist aus Mangel an Petrefacten nicht bestimmt. MRAZEC schätzt sie grösstentheils als jungpaleaozoisch (präcarbonisch). Doch ein jüngeres Alter, mezozoisch, wie FRANCHI und HAUG für die von Seealpen und Piemont bewiesen haben, ist nicht ausgeschlossen. MRAZEC und ich haben schon mehrmals die Vermuthung für ein theilweis mezozoisches Alter geäussert.

Urde (Fig. 3 u. 4) und Muntinu auf. Auf dem südlichen Abhang bilden sie einen vollständigen Zug von Groapa luĭ Purcel östlich bis in das Oltetzuthal.

Die Gesteine der nördlichen wie der südlichen Zone sind sehr mannigfaltig; theilweise sind es weisse oder graue dichte bis feinkörnige echte Quarzite, in anderen Fällen glänzende Schiefer oder plattige Gesteine von brauner bis schwarzer Farbe, öfters durch einen Gehalt an Eisenhydrat oder Graphit ausgezeichnet.

Makroskopisch unterscheidet man Quarzkörner bald ganz zerbrochen oder linsenartig, bald noch von Sericitschuppen eingehüllt, seltener zersetzte Feldspathkörner, etwas Pyrit, und oft Eisenhydrat auf den Schichtflächen. In den Quarziten von Urde und Dunga luĭ Stăncioiu sieht man sowohl Graphit, als auch Eisenhydrat, nicht nur fein im Gestein vertheilt, sondern auch in kleinen linsenförmigen Nestern. Einige Proben brausen mit Salzsäure.

U. d. M. sieht man die klastische Structur deutlich: der Quarz ist immer zertrümmert und mit undulöser Auslöschung. Zwischen dem Sericit und dem grünen pleochroitischen Chlorit welcher die Schieferung bezeichnet, bemerkt man viele mit Endflächen versehene Turmalinkryställchen die oft Rutilnadeln und Magnetitkörnchen beherbergen; ausserdem findet sich graphitische Substanz mit kleinen Nadeln von Rutil, Körnern von Titanit und Eisenerze. Die Quarzite gehen, je nach dem Gehalt an Graphit und Sericit in verschiedene Varietäten über. Durch die Zunahme von Kalkspath entstehen Zwischenglieder welche sich dem Kalkglimmerschiefer nähern. In der Nähe der granitischen und dioritischen Stöcke oder Gänge werden diese Quarzite stark metamorphosirt und nehmen gneissähnliche Beschaffenheit an.

Auf dem Stefanuberg findet man über den Kalkglimmerschiefer ein Gestein von der mineralogischen Zusammensetzung eines Gneisses, aber mit einer evidenten klastischen Structur; man sieht, deutlich die Verwandschaft mit einer Arkose, in welche hie und da grössere Quarzgerölle auftauchen. Am Dosul Scliveiuluĭ habe ich ebenfalls einen sehr stark gepressten Conglomeratgneiss gefunden, deren Quartz-, Granit-, und Quarzite-Geschiebe sind mehr oder weniger laminirt doch sehr deutlich, besonders in Querbruch, hervortreten.

Auf diesen Quarziten folgen im Hangenden körnige Kalke. Diese sind am nördlichen Abhange des Parîngu sehr mächtig entwickelt, während sie am südlichen nur als schmale Bänder von Kalkglimmerschiefer, mit Sericitquarziten und Chloritschiefer wechsellagernd, auftreten.

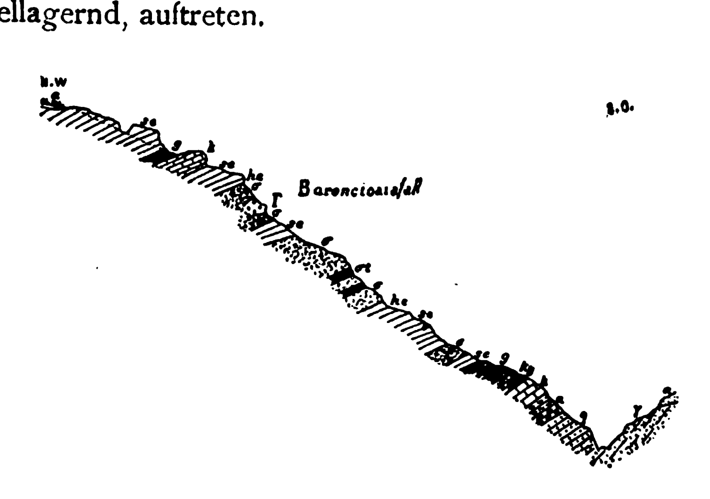



Fig. 3.—Geologische Querschnitt an Boroncioaiafall: γ=Granit, q=Quartzit, α=Amphibolit, k=Körniger Kalk, kg=Kalkglimmerschiefer, se =Epidotschiefer, he =Epidothornfels, σ=Serpentin, σt = Talk- und Chlorithaliger Serpentin. Γ=Granatfels, a=Schutt und Torfmoor.

Feinkörnige Kalke findet man in Găuri und Coasta luĭ Rusu, wo sie (Phot. 1 u. 8) das Liegende der Grünschiefer und der Serpentinmasse des Vf. luĭ Fouqué bilden. Die Fortsetzung dieser Kalke finden wir im Karboden der Zănoaga Carol I und etwas schmäler in einer ausgekeilten Synklinale in Dunga luĭ Stăncioiu, (Phot. 1). Die Stufen von Căldarea luĭ Murgocĭ (Fig. 9) bestehen aus demselben Kalke der weiter nordwärts die Piatra albă bildet, um dann unter den Graphitschiefern und Grauwacken des Boianu und Hulusu zu verschwinden. Auf den Lotrugehängen (Găuri u. Cărbunele) tritt dieses Kalkband mehrmals zu Tage; weiter östlich bildet er in dem Urda- und Muntinu-Kamme, schmale Bänder. In der Urda unter dem Boroncióiafall beginnt der Kalk als ein schmaler Streifen, der den südlichen Abhang des Urdakamms hinauf steigend (Fig. 3. Phot. 2), oben mächtiger werdend; man kann ihn von der Wasserscheide, dann den nördlichen Abhang wieder hinab verfolgen wo er sich unter den Torfmooren von Muntinu verliert. Erst auf dem Kamme des Muntinu taucht er wieder auf.

Dieser Kalk ist fein oder mittelkörnig, weiss, etwas graulich oder gelblich bis schwarzgrau. Gewöhnlich ist er im ganzen dickschiefrig; seltener dünnschiefrig. Hie und da sieht man auf den Bruchflächen des Gesteines einige Quarzkörner, etwas Graphit, Sericit, Chloritblättchen, Magnetitkörner und braune Eisenhydratflecken. In der Mitte des dicken Bandes von Găuri, bei Politze, wie auch an den Grenzen gegen die anstossenden Quarzite und Schiefer, werden die Kalke sehr dünnschiefrig, reich an Sericit, Graphit und Quarz und sehen kaum mehr einem Kalkglimmerschiefer ähnlich aus.

Auch echte Kalkglimmerschiefer sind häufig und kommen gewöhnlich wechsellagernd mit den Grünschiefern vor. Sie treten sehr mächtig in Coasta luĭ Rusu und Hulusu auf, bilden dann eine guten Theil der Oberfläche des Cărbunele und laufen längs des Muntinkammes bis an die Latoritzaquelle. In Urda findet man ihn an zwei Stellen (Ph. 2, Fig. 3 u. 4) welche vielleicht einem und demselben verschobenen Bande angehören.

Diese Schiefer sind gewöhnlich grau oder dunkelgrau, an der verwitterten Oberfläche schwarz. Sie sind sehr dünnschiefrig und die Schichtung ist gut durch Glimmer- und Chloritblättchen markiert. Manchmal sind sie reich an Graphit (Coasta luĭ Rusu, Găurĭ, Cărbunele) welcher in feinen, dünnen Flecken auf der verwitterten Oberfläche bleibt, in anderen Fällen sind die Chloritmineralien in grossen Tafeln vorherrschend, und bleiben als Linsen und Knollen auf den verwitterten Flächen. Ausserdem sieht man Sericit, wenige Quarz- und Feldspathkörner, Eisenhydrat etc.

Sehr oft sieht man in der geschieferten Masse der Kalkglimmerschiefer kleinere oder grössere Quarz- oder Kalkspathlinsen, es ist möglich dem Aussehen nach, dass solche Kerne ursprünglich Gerölle gewesen waren.

U. d. M. tritt die Schichtstructur deutlich hervor; der Kalkspath mit den charakteristischen polysynthetischen Zwillingen nach $-{}^1/_2$ R bildet paralelle Zonen mit den glimmerartigen Mineralien. Der Feldspath ist bald Albit oder ein basischer Oligoklas, selten Orthoklas oder Mikroklin; reichlich Epidot, kleine Rutilnädelchen, Titanitkörner, kleine Säulen von Apatit und ein blauer Turmalin vervollständigen die Zusammensetzung des Gesteines.

Als das Liegende der Quarzite oder der Kalke tritt ein Amphibolit auf dem nördlichen Abhang des Paringu gegen dem Granit zu. (Fig. 3, Ph. 1). Oft ist er wechsellagernd mit schiefrigem Granit, mit Kalkglimmerschiefern und Grünschiefern besonders auf dem südlichen Abhang. Einige davon (in Tărtărău, Păpuşa etc.) stellen sich nach dem Vorkommen und der Structur als Eruptivgesteine dar, und infolge dessen haben L. Mrazec und ich diese als Quarzdiorite eingezeichnet. Die anderen, welche immer als Einlagerungen vorkommen, sind echte Amphibolite und wahrscheinlich durch den osmotischen Einfluss der Eruptivgesteine (Granite, Diabase? Peridotite etc.) auf die Kalkglimmerschiefer und Grünschiefer entstanden [1]) wie schon es Primics für die Amphibolite der Fogarascher-Alpen geäussert hat.

Der Typus dieser Gesteine ist sehr mannigfaltig: manchmal sind sie körnig, gewöhnlich aber zeigen sie eine deutliche Schieferung oft mit gebändertem Aussehen. In diesem Fall sind die dunklen Bänder fast nur Amphibol, die hellen Feldspath, Quarz etc. Die Farbe ist im allgemeinen, je nach dem Gehalte an Amphibol, dunkelgrün oder graugrün, in einigen Varietäten grün oder hellgrün. Die Structur ist grob- oder mittelkörnig. Die Amphibolsäulen, die Feldspäthe sowie kleine, braunrothe Granaten und Titanit lassen sich schon mit freiem Auge wahrnehmen. In ganzer Strecke der Schieferhülle nimmt man einen allmähligem Uebergang von den Feldspathamphiboliten in verschiedenen Arten von Prasiniten bis zu den Chloritschiefer wahr.

U. d. M. zeigt die Hornblende die vollkommene Spaltbarkeit; die Auslöschungsschiefe $\mathfrak{a}: c$ steigt bis 25°, die Doppelbrechung und der starke Pleochroismus sind wie gewöhnlich. Durch Umwandlung wird sie faserig und vertheilt sich als Aktinolithnadeln in der Masse des Gesteins. Manchmal nimmt der Aktinolith so zu, dass das Gestein ein Aktinolithfels wird (Vf. Urde E., Vf. Ciórel und Vf. Galben).

Der Feldspath ist gewöhnlich sehr zersetzt, doch unterscheidet

[1]) C. Primics: Die Fogarascher-Alpen. Jahrbuch der ung. geolog. Anstalt. 1884.

L. Mrazec: Clasificaţia Cristalinuluĭ din Carpaţiĭ Sudicĭ. Proces-verbal în Bul. Soc. de sciinţe Bucurescĭ 1899 No. 6.

man einen basischen Oligoklas (Andesin?) mit dem Auslöschungswinkel zwischen Zwillingslamellen 46°. Unter den Zersetzungsproducten beobachtet man die gewöhnlichen Mineralien: Epidot, Klinozoisit-Zoisit, Sericit, Albit etc.

Der Granat ist immer rosaroth gefärbt; er tritt selten in Krystallform auf, gewöhnlich in formlosen Körnern, deren Sprünge mit einer Chloritsubstanz ausgefühlt sind. Ferner findet man viel schönen spindelförmigen Titanit, oft Ilmenit mit Leucoxenrand, wenig Apatit, Zirkon und Quarz.

Der obere Theil der Schieferhülle besteht hauptsächlich aus verschiedenen Arten der Chloritschiefer und Prasinite (Grünschiefer), wechsellagernd mit den schon oben beschriebenen Kalkglimmerschiefern. Für unsere Frage haben diese Schiefer eine grosse Wichtigkeit, weil in diesem Niveau der Schieferhülle die meisten Serpentinlager vorkommen; die mehr oder weniger metamorphosirten Chloritschiefer, die Epidotschiefer, sind im Parîngu-Massiv und in den Lotrugebirge [1]) so zu sagen die Leitgesteine des Serpentins.

In den Grünschiefern kann man zwei Typen unterscheiden:

1. Echte Chloritschiefer und Prasinite, der allgemeine Typus, weit von Serpentin entfernt, 2. hornfelsartige Epidotschiefer, charakteristischer Typus in der Nähe vom Serpentin, Contacttypus.

Die echten Chloritschiefer sind lichtgrün bis dunkelgrün gefärbt. Sie zeigen eine ausgezeichnet dünne Schieferung, manchmal sind sie gebändert grün und weiss: die grünen Bänder bestehen aus fein schuppigem Chlorit, Sericit und spärlichem Epidot; die weissen aus Albit und Quarz; nebenbei findet sich oft Kalkspath in schmalen oder auch dickeren grauen Bändern (die Schiefer über die Politze in den Găurĭ, Cărbunele, Cósta Pietrósă etc.)

Zwischen den Schichtenflächen ist viel Eisenhydrat abgesetzt und nicht selten sind die weissen Bänder, in Folge der starken Zertrümmerung der spröden Mineralien, porös und scheinen

[1]) Ausserdem, durchsetzt der Serpentin in unserem Gebiet die Granite (Zănoaga und Măileasa) die Diorite (Petrimanu, Jietzuthal) die permocarbonischen Ablagerungen in mehreren Punkten der Verwerfung Jietzu-Latoritza. Die Olivinserpentine erscheinen auch in der I-ten Gruppe der krystallinischen Schiefer.



durch Eiseninfiltrationen bei der Verwitterung röthlichgelb oder braun und sehen thonartig aus. Einige von diesen Schiefern (zwischen den zwei Fusssteigen der Urda nördlich von dem Boroncióiafall, in Căldarea Muntinuluĭ etc.) sind sehr reich an Eisenhydrat, daher ihre dunkelbraune Farbe; in diesem Fall findet man wenig Chlorit aber viel schuppigen Sericit.

Die Chloritschiefer sind stark zusammengefaltet, sowohl im grossen wie im kleinen und sie sehen oft infolge des Gehaltes in Sericitschuppen wie satinirt aus. In den Hohlrämmen finden sich schön ausgebildete Krystalle von Albit, Quarz, Epidot, Titanit, Magnetit gewöhnlich von einem feinschuppigen dunkelgrünen Chlorit begleitet. Die Klüfte sind öfters nur durch Quarz ausgefüllt.

U. d. M. zeigen sie deutlicher die klastische Structur. Der Quarz findet sich in grösseren und kleineren Körnern manchmal mit Einschlüssen von zerbrochenen Apatitnädelchen und Zirkonkörnern. Chlorit und Aktinot wachsen im Quarz ein, was für seine secundären Enstehung spricht. Er bildet auch parallele Zonen oder Linsen in der Richtung der Schieferung des Gesteins, wahrscheinlich ursprüngliche allotthige Bestandtheile des klastischen Gesteins, nur selten zeigt er undulöse Auslöschung und seltener noch ist er zertrümmert. Die Feldspäthe sind als spärliche Körner immer vorhanden, sie sind grösser als die Quarzkörner, gewöhnlich zerbrochen und zerspalten und mit Carbonaten wieder verkittet. Im allgemeinen ist der Feldspath ein Albit: $\Delta_2 < o$, $\delta_1 < o$; Auslöschungswinkel zwischen Lamellen$=34^0$, optischer Charakter immer positiv, Seltener scheint der Oligoklas vorhanden zu sein., Ortoklas und Mikroklin wenig.

Der Chlorit in kleinen grünen stark pleochroitischen Schuppen färbt ganze Dünnschliffe; er zeigt gewöhnlich anormale Interferenzfarben und eine sehr schwache Doppelbrechung. In einigen Schiefern von Urdakamm kommt ein hellgrüner Chlorit vor welcher im ersten Augenblick an den Fuchsit erinnert. Die Sericitschuppen und die Tremolitfasern als undulöse Linien zwischen den anderen Gemengtheilen markiren u. d. M. die Schieferung. Der Aktinoth bildet grosse schwach pleochrotische Lamellen, welche in einen faserigen Tremolit übergehen. Ausserdem finden sich kleine formlose Zirkonkörner, Titanitflecken manchmal mit Ilmenitresten,

Nadeln von Rutil, kleine Stückchen von Turmalinsäulen, etwas Magnetit, viel Limonit und Würfel von Pyrit. Der Epidot tritt in den echten Chloritschiefern selten und nur als kleine Körner auf; in den Epidotschiefern ist er sehr viel vorhanden.

Diese letzteren Formationen sind gewöhnlich dicht, doch meist gebändert oder plattenartig abgesondert; sie gehen sehr oft in der Nähe des Serpentins in Epidotfelse über.

Die mehr oder weniger hornfelsartigen Epidotfelse sind gleichmässig dicht, nur hie und da sieht man einige grauweisse Streifen in der gelbgrauen Masse.

Die Farbe der Epidotschiefer wechselt mit dem Epidotgehalte, von grün bis hellgelb; bald bildet der Chlorit, bald der Epidot grüne resp. gelbe Flecken; letzterer findet sich auch in hellgelben Adern, während der Chlorit und Sericit als kleine Schuppen auf der Absonderungsfläche auftritt. Auf den Klüften finden sich gelbgrüne bis 1 cm. lange einfache Krystalle und Zwillinge von Epidot in wenig flächenreichen Combinationen, die auch öfters die Kluft ganz erfüllen.

U. d. M. sieht man ein geschichtetes Gemenge, in welchem Epidot in kleinen Körnern und Säulen vorwiegt; Haufwerke von Körnern des Minerals treten öfters porphyrartig hervor. Der Epidot zeigt den gewöhnlichen Pleochroismus, mit starker Doppelbrechung. Seltener ist schon der Klinozoisit in Nadeln und kleinen verlängerten Körnern. Er scheint immer im Dünschliff fast farblos, zeigt schwache Doppelbrechung und die tiefblauen Interferenzfarben niederster Ordnung. Die Körner von Quarz, selten undulös auslöschend, finden sich meist in linsenförmigen Aggregaten mit Calcit und kleinen Feldspäthen. Letztere setzen in der Hauptsache die lichten Streifen des Gesteins zusammen, sind aber in kleinerer Menge überall verbreitet. Häufiger ist der Albit mit den öfter erwähnten optischen Eigenschaften, daneben trifft man kleine, oft zersetzte Körner und Karlsbader-Zwillinge von Orthoklas. Chlorit in feinen Schuppen imprägnirt das ganze Gestein. Dazu gesellt sich noch in kleinen Schuppen und Nadeln parallel zur Schichtung ein lichtgefärbter Amphibol, der öfters in grösseren Individuen auftritt und so der Uebergang zu den Amphiboliten anzeigt.

Die verschiedenartigen Phyllite sind mehr auf dem südlichen

Abhange des Parîngu-Massivs verbreitet und kommen in keinem Zusammenhang mit dem Serpentin vor. Sie sind thonige oder graphithaltige Schiefer welche mit Sericit- und Chlorit-Schiefer oder Quarziten alternieren.

Die jüngeren Formationen den Grünschiefern gegenüber lassen sich im allgemeinen in drei Niveaus trennen:

1. Zur unterst treten die schon erwähnten Gneissconglomerate von dem Stefanu und Dosul Sliveiuluĭ auf. Diese letzteren sind von Phylliten, Thonschiefer und Graphitthonschiefer begleitet.

2. Darüber folgt ein Niveau von Thonglimmer- und Graphitglimmerschiefern, sie entsprechen einem Theil von den ebensogenannten Schiefer INKEY's, [1]) welche auf der ungarischen geologischen Specialkarte $^{1}/_{75000}$ mit No. 7 bezeichnet sind. Sie sind in Jietzuthal und Lotruthal, hie und da auch in Latoritza entwickelt.

3. Das oberste Niveau besteht aus einem sehr abwechselungsreichen Complex und nämlich: Krystallinische bis breccienartige Kalke, Quarzitconglomerate, Grauwacken, dichte Sandsteine Graphit- und kohlige Schiefer mit Sericit und Chloritoid. MRAZEC [2]) hat die unter 2) und theilweis die letzten unter 3) Schichten, welche am südlichen Rand der Centralzone weiter verbreitet sind, mit dem Namen «Skela-Formation» bezeichnet und für permocarbonische Ablagerungen gehalten. Sie finden sich im Parîngu längs der Jietzu-Latoritza Depression.

Diese drei Arten von Formationen sind durch eine deutliche detritische Structur charakterisiert; doch war es uns bis jetzt unmöglich diese Ablagerungen mit den sedimentären aus dem Banat in Uebereinstimmung zu bringen. Die ersten zwei Gruppen finden sich hie und da als kleine Fetzen über die Grünschiefer und scheinen concordant mit denselben aufzutretten. Die dritte Gruppe aber, Gesteine von einem viel stärckeren detritischen Habitus wie die anderen, stellen sich überall deutlich discordant auf die Gründschiefer oder auf die Ortogneisse. Man kann es im Jietzuthal auf dem ersten Rücken auf welchen der Fussweg steigt, dann in Boianu, Stefanu, Latoritza

[1]) BELA V. INKEY Transylv. Alpen zwischen Aluta und Eisernen Thor. Berichter der ung. Akademie 1891.

[2]) L. MRAZEC «Skela-Ablagerungen». Anzeiger der K. K. Akademie Wien. 1894. Sitz. 2. Dezember.

etc. bemerken. Auch aus der topographischen Verbreitung diese Formationen sieht man ihre Discordanz auf die anderen. Für unsere Studien sind diese Formationen sehr wichtig, weil manchmal der Serpentin sich zwischen dem dritten Niveau und die Grünschiefer eingelagert hat (Boianu, Stefanu etc.); manchmal hat er den ganzen Complex durchdrungen.

Aus dieser kurzen stratigraphischen und petrographischen Beschreibung sieht man die Aehnlichkeit der Schieferhülle der Karpathen mit der der Alpen (Gross Glockner, Gross Venediger Stock, Graubünden, Wallis, Piemont, Alpi Cozie, Alpes Maritimes etc.), und so weit man nach der Litteratur urtheilen kann, mit den Grünschiefer S. Urals. In den letzten zwei Sommer hatte ich die Gelegenheit mehrere Reisen in den Ostalpen u. italienischen Westalpen zu machen. Ueberall in der Zone der Grünschiefer und Pietri verdi, war ich überrascht von der grossen Aehnlichkeit dieser Gesteine mit jenen der Carpathen, als Facies, als Stratigraphie überhaupt, als stratigraphische und petrographische Verhältnisse mit den Eruptivgesteinen, und chemischpetrographische Processe, welche sie darstellen.

## SPECIELLER THEIL

Wohl bekannt ist die Paragenesis von Diopsid, Granat, Vesuvian, Klinochlor, Epidot etc. und ihr Zusammenvorkommen mit dem Serpentin; viele Fundorte, einige sehr berühmt gewordene, werden in der Litteratur angegeben, doch nur wenige von diesen sind genauer studiert, und gewöhnlich kennt man weder den Zusammenhang dem Muttergestein (Kalksilicatfelsen) mit dem Serpentin, noch die genetischen Verhältnisse der ersteren.

Auch im Parîngu sind diese Kalksilikatfelse (Granat-Vesuvianfelse) durch dieselbe Paragenesis charakterisiert und treten in innigstem Zusammenhang mit dem Serpentin auf, darum werde ich zuerst die Ergebnisse meiner Studien über den Serpentin[1]) erwähnen, und dann die Beschreibung des Granatfelsens und seine Beziehungen zu diesem betrachten.

[1]) G. Munteanu-Murgoci. Les Serpentines de Urde, Muntin et Găurĭ. An. musée geol. Bukarest 1895 (erschienen 1898). Die neuen Studien über die Serpentine und Peridotite aus S. Karpathen werde ich nächstens veröffentlichen.

## A. SERPENTIN

### 1. Vorkommen und mineralogische Beschreibung

Auf dem nördlichen Abhange des Parîngu-Massivs findet sich der Serpentin in wiederholt, schichtenförmigen, sich auf weiten Erstreckungen im Streichen verfolgen lassenden Einlagerungen in den Grünschiefer. (Sehe die beifolgenden Karten Taf. V und die Profile). Die Einlagerungen keilen sich hie und da aus, oder endigen in einer Reihe von zusammenhängenden Linsen wie auf dem Urdajoch gegen Coasta Petresi zu.

Das eruptive Magma hat die grosse Verwerfung zwischen den zwei krystallinischen Gruppen benützt um zu Tage heraufzukommen, und ist an mehreren Puncten längs der Jietzu-Latoritza-Verwerfung emporgequollen. In seinem Aufsteigen hat es die permocarbonischen Ablagerungen, welche theilweise die Jietzu-Latoritza Depresion ausgefüllt haben, durchbrochen. Dieser Complex hat dem Magma einen starcken Widerstand entgegengesetzt, wodurch der Schmelzfluss unter steigendem Druck einen Theil der Schieferhülle zerstörte und sich einen Weg geöffnet hat, um die durch die Faltung entstandenen Hohlräume auszufüllen. Nur an wenigen Orten ist es dem Magma gelungen die carbonischen Ablagerungen gänzlich durchzudringen (an Gura Văi Jietzuluĭ, Boianu, Stefanu, Vătăşelu, Curm. Baloteĭ etc.). Grösstentheils hat sich das Magma in intrusiven Lagern, schmalen Lakoliten, zwischen den Grünschiefern consolidiert. In dieser Hypothese suchen wir eine Erklärung für die Thatsache, warum die mächtigsten Serpentinlager sich dort befinden, wo die Grünschiefer Synklinale bilden. Solche Vorkommnisse gibt es viele so z. B. das mächige Lager (Fig. 8 u. 9) auf dem Vîrful luĭ Fouqué, die des Cărbunele, Urda-Muntin und die Vorkommnisse zwischen Păpuşa und Mikaia, die von Turcinu etc. Eine ähnliche Hypothes vertritt E. Weinschenk [1]) für das Vorkommen des Serpentin's in Gross-Venediger Stock.

Auf der Urda und Latoritza treten vier mächtige Bänder von Serpentin in den Schiefern zwischen den zwei unteren Kalkglimmerschieferlagern zu Tage; ausserdem noch ein weiteres über der

[1]) Weinschenk E. Über die Serpentine der Central Alpen, Habilitationschrift 1891 S. 48 Über die Peridotiten etc. Abhandl. d. k bay. Akademie 1894.

mächtigen obersten Schicht von Kalkglimmerschiefer, welche einen Theil des Stefanuplateaus und des Cărbunele bilden (Fig. 4). Von diesen vielfachen Einlagerungen beobachtet man nur eine in Lotruquerschnitt, welche auch in Găurĭ-Hulusu allein vorhanden ist. In Coasta luĭ Rusu-Găurĭ liegt das grosse Lager von Vîrful luĭ Fouqué an, dessen Fortsetzung man theilweise in der Dunga luĭ Stăncioiu, theilweise nördlich in der Căldarea luĭ Murgocĭ beiderseits als schmale Bänder findet, welche sich in Grünschiefer einkeilen (Ph. 1).

Der Serpentin ist sehr mannigfaltig: massig, schiefrig oder schalig. Die schaligen Vorkommnisse weisen auf die Thätigkeit dynamischer Kräfte hin, die schiefrigen Talk- oder Chlorithaltigen-Varietäten finden sich in der Nähe des Contacts; die massigen sind gewöhnlich an die grossen Lager gebunden, und in diesem Fall bildet der Serpentin ein zusammenhängendes Band oder nur Linsen und Züge innerhalb des schaligen resp. schiefrigen Serpentins.

Die Härte ist ziemlich verschieden, der Bruch uneben, fein splittrig zum Theil wachsartig und selten muschelig.

Die Farbe erscheint gewöhnlich dunkel und hängt von dem Gehalte an Magnetit, Chromit etc. ab, gelbgrünliche gefärbte Serpentin kommen selten vor; ausserdem zeigt das Gestein gewöhnlich noch schwarze Flecken. Am häufigsten sind die dunkelgrünen Serpentine mit gelben blättrigen Einsprenglingem, welche dem Gestein den charakteristischen Habitus verleihen. An einigen Orten (am Urdakamme einige Meter westlich vom Fusssteig, welcher in Muntinuthal führt), findet man gewöhnlich in der Nähe des Granatfelsens einen merkwürdigen blauschwarzen Serpentin. Er ist sehr dicht, doch spröde und spaltet sich durch Stoss in parallelipipedische Stücke. Sein Bruch ist muschelig, matt nur hie und da glänzen Magnetitoktaeder oder zerbrochene Magnetitknollen hervor.

Das specifische Gewicht variert zwischen 2.5—2.7. Einige Varietäten sehr reich an Chromeisenerz steigen bis 3.76 und mehr.

In dem Bache, welcher den Cărbunele von Coasta Petresi scheidet, kommt eine merkwürdige «miemitische» Varietät vor. Es ist ein Aggregat aus lauter Knollen von verschiedenen Formen und Grössen; im allgemeinen sind diese Ovoide von Faustgrösse, ohne weiteres Bindemittel dicht aneinander gepresst. In der Urda finden

wir dieselbe Varietät aber die Stücke sind viel kleiner (Haselnuss- bis Nussgrösse) und nicht abgerundet. Ganz bestimmt ist diese Structur nur ein Resultat der dynamischen Kräfte, wofür auch die stark zusammengefalteten umgebenden Schiefer sprechen. Die Mikrostructur und die mineralogische Zusammensetzung dieser Knollen ist gleich die des gewöhnlichen Serpentins.

Die Mineralien, welche an der Zusammensetzung des Serpentins theilnehmen, sind folgende: Olivin, rhombischer und monokline Pyroxene, Amphibole, Zirkon (?), Antigorit, Chrysotil, Chlorit, Granat, Vesuvian, Rutil, Ilmenit, Titanit, Magnetit, Chromeisenerze, Pyrit, Hematit, Talk, Carbonate, Limonit. Diese Mineralien lassen sich alle makroskopisch wahrnehmen; der Olivin kommt nicht in deutlichen Körnern vor; gewöhnlich ist er dem rhombischen Pyroxen in kleinen Nestern beigemischt.

Der Olivin, die Pyroxene und die Erze sind Reste von dem ursprünglichen Gestein; die Amphibole, der Antigorit, der Chrysotil, der Granat, der Vesuvian, der Titanit, der Epidot etc. sind Umwandlungsproducte aus den ersteren. Während der Antigorit und der Chrysotil die eigentlichen Mineralien des Serpentins bilden, sind die monoklinen Pyroxene, der Chlorit, der Granat und der Vesuvian, der Epidot und Klinozoisit, etc. die Gemengtheile des Kalksilikatfelsens (Granat-Vesuvianfels).

D e r  O l i v i n kommt in kleinen formlosen Körnern vor; er ist farblos, hie und da mit gelblichen Flecken von Limonitinfiltration und enthält immer einige Picotiteinschlüsse.

D e r  r h o m b i s c h e  P y r o x e n tritt in Plättchen auf, mit vollkommener Spaltbarkeit nach dem Makropinacoid und bronzartigem Schiller die auf den ersten Blick in der dunklen Serpentinmasse zu bemerken sind. Er wird stets von noch erhaltenen Olivinkörnern begleitet und findet sich nur in wenigen Serpentinvorkommnissen. Er scheint auf das längs der Verwerfung auftretenden Gestein beschränkt zu sein (Stefanu, Crucea luĭ Preotăşeanu, Hulusu, Boianu etc.), also dort, wo die Wurzeln verschiedener Gänge und Lager sind. Die Gesteine sind meist dunkler, besonders braunschwarz gefärbt, weniger hart, und ziemlich spröde, ohne die sonst so verbreiteten Adern von neugebildetem Serpentin. Im Dünnschliff ist die Erscheinung des Minerals die gewöhnliche, nur dass öfters

Einschlüsse von Picotit in den etwas ungewandelten, nicht gefärbten Durchschnitten auftreten; auch Durchwachsung mit Olivinkörnern wurde beobachtet. Ferner sieht man eine starke Verbiegung unter Zerbrechung der Körner, und nicht selten die mehr oder weniger weit vorgeschrittene Umwandlung in Serpentin.

Von monoklinen Pyroxene finden sich verschiedene Glieder der Diopsid-Augitreihe: der ursprüngliche Diallag und ein neugebildeter Pyroxen, welchen ich für Fassait bestimmt habe.

Der Diallag findet sich als echte Schillerspathe in grossen Tafeln oft mit Serpentin (resp. Olivin) poikilitisch durchgewachsen; die Spaltbarkeit ist sehr deutlich. Zwischen den Spaltungen sind dünne Schichten von Kalkspath und viel Magnetit eingelagert, welche als Adern und Linien im ganzen Mineral auch mit freiem Auge sichtbar sind. Gereinigt scheint er hellgrün und durchsichtig, im Dünnschliffe farblos oder schwach bräunlich und hat eine Auslöschungsschiefe von circa 42°; er zeigt oft Zwillingslamellen.

Eine Analyse von diesem so viel als möglich gereinigten Mineral, gab die folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | = 48.15 |
| $TiO_2$ | = 0.31 |
| $Al_2O_3$ | = 2.91 |
| FeO*) | = 5.84 |
| MnO | = 0.68 |
| CaO | = 19.89 |
| MgO | = 20.28 |
| Glühverlust | = 2.79 |
| Summa | 100.85. |
| Sp. Gewicht | = 3.28. |

*) $Fe_2O_3$ wurde nicht getrennt.

Zur Analyse diente nur kleine Spaltungssplitter, welche mit verd. Salzsäure 2 mal gewaschen, dann zerkleinert und mit dem Electromagnet von dem Magnetit getrennt worden waren. Der grosse Glühverlust zeigt, dass auch diese Reste theilweise verändert sind.

V. d. L. schmelzen die Splitter zu gelblichem Glas.

Abweichend von diesem sieht man im Dünschliffe ein farbloses Pyroxenmineral, welches in grosser Anzahl in einzelnen Serpentinen in Form spitzrombischer ausgebildeter Individuen als secun-

däre Bildung auftritt; manchmal scheint in Serpentin Adern und Nester, von solchen Individuen zusammengesetzt, vorhanden zu sein. Die Form, die Auslöschungsschiefe von ca. 45° und die sehr kräftige Dispersion der optischen Axen (ρ > υ) weist auf Fassait hin [1]. Auf der Tafel I. Fig. 3, linke Hälfte sieht man das Auftreten dieses Minerals in Antigoritlamellen eingeschlossen, und die Form welche er annimmt.

Unter den Amphibolen findet man den Aktinolith und besonders Tremolit in prismatischen Krystallen oder Nadeln entweder im ganzen Gestein verbreitet, oder nur in einigen Nestern in Form von Garben vereinigt.

In vielen Dünnschliffen finden wir winzige Körner von einem sehr stark licht- und doppelbrechenden Mineral, welcher zum Theil durch ihre Form an Zirkon erinnern aber nicht gut bestimmbar waren.

Magnetit ist reichlich in allen diesen Serpentinen vorhanden. Er nimmt alle möglichen Formen an: isolirte Octaeder — im Talk bis 1/2 cm. gross —, Haufwerke von solchen oder von Körnern, oft auch in Reihen zwischen den Maschen oder in Chrysotiladern, oder endlich als feiner Staub in ganzem Gestein vertheilt. Hervorzuheben ist, dass die feinen geraden Linien, welche manchmal in grösserer Zahl nebeneinander auftreten, deutlich an die Form und die Spaltung der Pyroxene erinnern.

Chromspinell ist in manchen Varietäten in Menge vorhanden. Selten zeigt er krystallographische Form, gewöhnlich kommt er in grossen ganz zerbrochenen und wieder durch ein chloritartiges Mineral verkitteten Körnern vor. Am rechten Ufer der rechten Latoritza habe ich einen Gang von dunkelbraunem Chromeisenerz, mit etwas Chlorit gemischt (Sp. G. = 3.76), gefunden. Fast immer ist der braun durchsichtige Spinell von einem opaken Rand umschlosen, oder geht ganz in die undurchsichtige Varietät (Magnetit?) über, die dann deutlichere Krystallform zeigt.

Die schon beschriebenen Mineralien des ursprünglichen Gesteines treten wenig und selten als porphyrartige Reste in dem dichten Serpentin auf. Die Hauptmasse dieses letzteren besteht aus

[1] In dem Serpentin von Stubachthal erwähnt F. Becke (Tscherm. Mitth. XIV 271) einen ähnlichen secundären Pyroxen, welchen er auf Kosten des Ca aus Olivin berechnet.

Antigorit, manchmal von Chrysotil-Chlorit und Talk begleitet; selten sind diese Mineralien makroskopisch schon wahrnehmbar.

Der Antigorit bildet häufiger in der dichten Serpentinmasse oder in der Chloritmasse des Granatfelsens grössere, dicke, grüne bis gelbe Tafeln und Lamellen. Diese Tafeln und Lamellen, manchmal 5 cm. lang, sind Pseudomorphosen nach Pyroxen und ausser der ursprünglichen Spaltbarkeit des letzteren sind auch gewöhnlich noch die Magnetitreihen und Adern des Pyroxens im Antigorit erhalten. Im Dünnschliff ist er grün gefärbt, nicht oder nur schwach pleochroitisch. Er zeigt parallele Auslöschung, negativ optischen Charakter und welchselnden Axenwinkel. Eine Analyse eines grossblättrigen Antigorit, gibt folgende Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | = | 37.8 |
| $Al_2O_3$ | = | 1.5 |
| $Fe_2O_3$ | = | 4.8 |
| $FeO$ | = | 1.7 |
| $MgO$ | = | 38.7 |
| Glühverlust | = | 14.8 |
| | | 99.3 |
| Sp. G. | = | 2.52 |

Zur Analyse dienten durchscheinende grüngelbliche Spaltungssplitter, welche vielleicht sehr wenig fein staubigen Magnetit enthielten. Pulver graugrünlich, nach dem Glühen braun. Die Splitter unschmelzbar.

Der seidenglänzende Chrysotil bildet nur seltene gelbe Adern bis 5 mm. breit, wie gewöhnlich in feinen, biegsamen Fasern, senkrecht zur Richtung der Adern. U. d. M. ist er farblos, grünlich oder gelblich, in letzterm Fall deutlich pleochroitisch: $\mathfrak{c}$=farblos, $\mathfrak{a}=\mathfrak{b}$= gelblich.

Die tiefgelbe Farbe entsteht gewöhnlich durch Eisen-Infiltrationen. Der optische Charakter der Hauptzone ist positiv, die Auslöschung gerade, aber oft undulös. Aehnlich sind auch die als Metaxit, Pikrosmin etc. zu bezeihnenden Neubildungen.

Während die makroskopisch schon erkennbaren Serpentinmineralien leicht auseinander zu halten sind, ist dies sehr viel schwieriger mit den dichten Aggregaten, welche die Hauptmasse der Gesteine bilden. Die Structur, welche man u. d. M. in diesen beobachtet, ist sehr wechselnd; bald Gitterstructur, bald Maschenstructur in typi-

scher Ausbildung, dazwischen aber alle möglichen Uebergänge. Ferner pseudosphärolitische Bildungen, die zu unregelmässigeren federfahnähnlichen Aggregaten (Taf. 1 Fig. 1,) führen und endlich ganz wirrschuppige Zusammenhäufungen.

Einige Lamellen in diesen Pseudosphäroliten und besonders die als Federfahnen bezeichneten zeigen so regelmässige Verhältnisse (geradlinige Grenze, symmetrische Orientirung gegen dieselbe) als ob man mit Zwillingen zu thun hätte (Taf. 1 Fig. 2,) was ich schon früher ausgesprochen habe.

Die Beschaffenheit des die Gitterstructur bildenden Serpentins ist durchaus diejenige des Antigorits, ebenso in den pseudosphärolitischen Aggregaten; dagegen ist in den eine Maschenstructur aufweisenden Serpentinen wie gewöhnlich eine zu den unregelmässigen Rändern der Maschen senkrechte Faserung schon in gewöhnlichem Lichte leicht erkennbar und sie tritt im polarisiertem Lichte noch besser hervor. Dieses fasserige Mineral welches gewöhnlich mit dem Chrysotil identificiert wird, unterscheidet sich aber hier wie auch sonst in zahlreichen Vorkomnissen durch den negativen Charakter der Hauptzone. Die Deutung, welche LACROIX[1]) von dieser Bildung gibt, welcher in ihnen, ebenso wie in den mit Gitterstructur versehenen, Antigorit sieht, ist zwar nicht leicht, nach dem ganz faserigen Habitus dieser Bildungen aber auch nicht recht wahrscheinlich zu wiederlegen. Wir werden also hier, ohne diese Frage näher zu berühren, einfach die Gitterserpentine denen mit Maschenstructur gegenüber stellen.

Der Chlorit tritt gewöhnlich mit dem Granat-Vesuvianfels oder in der Nähe des Contactes des Serpentins mit dem Grünschiefer oder mit den Granatfelsen auf, doch findet man auch im Serpentin Butzen von dichtem Chlorit, manchmal mit Antigorit parallel verwachsen. Er zeigt einen muscheligen oder lamellaren Bruch, ist blaugrün gefärbt und kantendurchscheinend. Unter dem Mikroskop löst er sich in einem Aggregat von fast farblosen Lamellen auf. Die negative Bisetrix steht senkrecht zu den Spaltrissen, 2 E sehr klein, oft einaxig; die Doppelbrechung ist schwach und zeigt gewöhnlich die Dispersionsfarben. Manchmal bildet er nur Nester oder Adern,

[1]) A. LACROIX. Minéralogie de la France; Capitel über Serpentin.

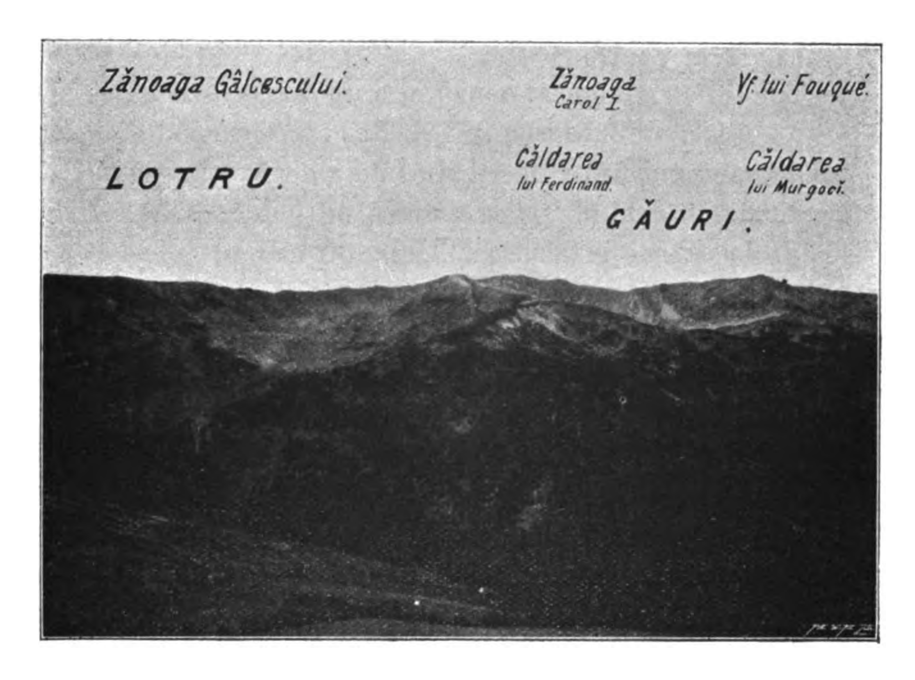



**Fig. 1. — Gâlcescu- und Găuri Circus (Hintergrund), nach einer photographischen Aufnahme von E. de Martonne. Im Vordergrund öffnet sich das Lotruthal.**

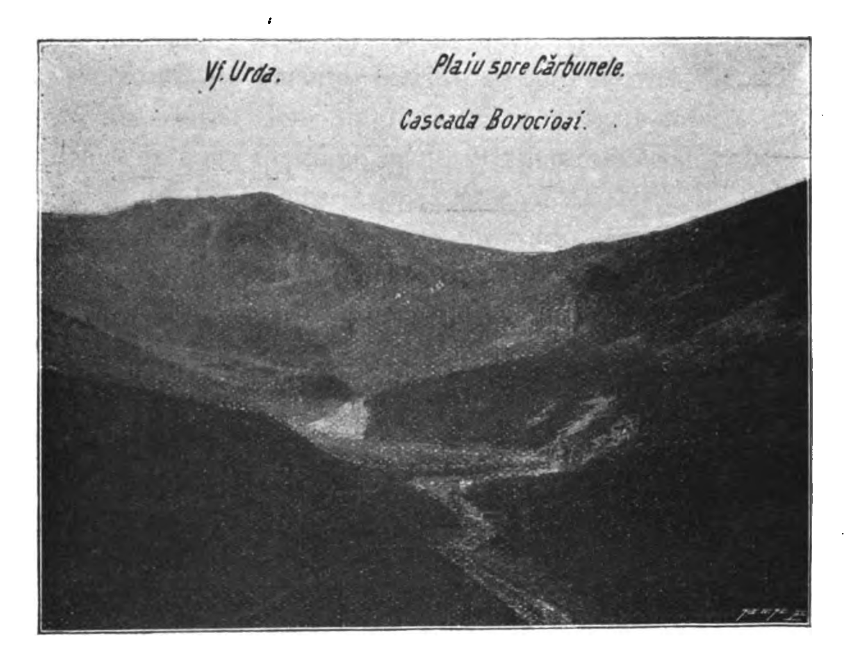



**Fig. 2.— Urdathal mit Urdaberg im Hintergrund. Nach einer photographischen Aufnahme von E. de Martonne.**

und sehr oft ist er dem Antigorit in feinen Schuppen und Lamellen mikroskopisch beigemischt (Taf. II, Fig. 5 die untere Hälfte).

Auch Talk findet sich hin und wieder als Ausfüllung der Klüfte oder als Bestandtheil des Serpentins selbst in den Grenzzonen gegen die Schiefer. In dem Dünnschliffe scheint er den pseudosphärolitischen Antigorit zu begleiten.

Unter den Carbonaten findet man: Ankerit in kleinen bis 1 cm. langen Rhomboëdern in dem Serpentin vom Urdakamm (unterstes Lager) und östlich von der Fouqué Spitze über die Politze, etc.; er ist farblos oder etwas bräunlich. Breunerit kommt oft mit Talk vor.

Der Kalkspath bildet breite Adern im Serpentin und enthält gewöhnlich schöne Asbestgarben und kleine Serpentinstücke. Der Kalkspath ist etwas magnesiahaltig.

Pyrit in kleine bis 1 cm. grosse gelbe Würfel findet man in dem Serpentin von der Dunga luĭ Stăncioiu. Limonit, und andere Eisenhydrate sind die Verwitterungsproducte des Magnetits und eisenhaltigen Mineralien, und füllt gewöhnlich die romboedrischen Hohlräume der aufgelösten Carbonaten aus.

Was die chemische Zusammensetzung der Serpentine aus dem nördlichen Abhange des Parîngu betrifft, so sind sie wie alle Serpentine nicht nur durch den Magnetit eisenhaltig, sondern das Eisen ist theilweise auch chemisch in der Serpentinmolecül gebunden. Noch wichtiger für unsere Anschauung ist es, dass alle mehr oder weniger thonhaltig sind. Ich habe fünf Varietäten analisiert:

I. Dunkler Serpentin aus dem *Cărbunele* (248 c). Fein wirrschuppige Structur, Maschenstructur, Antigorit, Chrysotil, Magnetit, Picotit mit einer Magnetitumrandung, Talk, Limonit.

II. Dunkelgrüner Serpentin aus der *Dunga luĭ Stăncioiu* (635 c). Maschen- und wirrschuppige Structur, grosse Lamellen von Antigorit, Chrysotil in Adern, Magnetit.

III. Serpentin aus *Boianu* (94 c.) Maschen und federfahnähnliche Structur. Antigorit, Zirkon?, Magnetit.

IV. Schwarzer Serpentin aus dem *M. Urda* (60 c.) Maschen- u. Gitterstructur, Antigorit, Chrysotil, Chlorit, Magnetit (erinnert oft an die Pyroxenlamellen).

V. Schwarzer Serpentin aus der *Latoritza dreaptă* (155 c.) Nester von Olivin, Bronzit, dann Antigorit, Chyrotil, Picotit, Magnetit, Limonit:

| | I | II | III | IV | V |
|---|---|---|---|---|---|
| $Si\ O_2$ = | 38.69 | 37.58 | 36.84 | 35.05 | 34.65 |
| $Al_2\ O_3$ = | 0.82 | 0.66 | 17.56 | 3.05 | 15.44 |
| $Fe_2\ O_3$ *) = | 7.64 | 12.73 | | 12.26 | |
| $Cr_2\ O_3$ = | Sp.**) | Sp. | Sp. | Sp. | 1.94 |
| $Ca\ O$ = | — | 0.41 | 0.33 | 4.92 | 3.28 |
| $Mg\ O$ = | 38.11 | 33.82 | 32.21 | 31.55 | 30.37 |
| Glühverlust = | 14.90 | 15.76 | 14.41 | 15.12 | 15 06 |
| Summa | 100.16 | 100.96 | 101.35 | 101.95 | 100.74 |
| Sp. Gewicht | 2.57 | 2.659 | — | 2.692 | 2.579 |

*) Fe O nicht getrennt. — **) Nicht getrennt.

Aus dieser Zusammenstellung sieht man, dass die Kieselsäure und Magnesia abnehmen, wenn das Eisen zunimmt. Das Molecularverhältniss des Wassers zur Kieselsäure ist immer grösser als die Serpentinformel verlangt, dagegen ist das Verhältnis von $Si\ O_2$ zur Mg O kleiner wie 3:2 (nur für die I-te Analyse ist dieses Verhältniss etwas genauer 95.2:6.45). Das bedeutet dass ein Theil des Eisens gewöhnlich in der Zusammensetzung der Serpentins, ungefähr eine Molecül Fe O für 6 $SiO_2$ Molecüle (zu 36% $Si\ O_2$ 7% Fe O) eintritt. Wenn wir den Ueberfluss von Eisen als Magnetit berechnen, dann findet sich in unseren Serpentinen durchschnittlich 5 bis 6% Magnetit.

Aus dieser kurzen Beschreibung der mineralogischen Zusammensetzung der Serpentine von *Parîngu* (nördlicher Abhang) kann man schon entnehmen, dass das ursprüngliche Gestein ein Peridotit war, etwa einem Lherzolit entsprechend. Gesteine von dieser Klasse sind in den Süd-Karpathen ziemlich viele bekannt.

Wehrlite wurden von I. Szabó [1]), von L. Mrazec und von mir [2]) beschrieben. Einen Amphibolperidotit fand Roth v. Telegd[3]) in *Ponyaskathal*, und ich habe ganz in der Nähe der vorherbe-

[1]) I. Szabó Wehrlit von Szarwaskó. Verh. d. k. k. g. Reichsanstalt 1877. S. 269.

[2]) L. Mrazec et G. M.-Murgoci. La Wehrlite de Mt. Ursu. Bull. d. Soc. Sciences 1897. 3 Buk.

[3]) Die Beschreibung von Schafarzik. Jahresberichte d. k. ung. geol. Anstalt. 1885 Aufnahmsbericht.

schriebenen Serpentine, in Jietzuthal (*Plaetzubach*) einen halb-serpentinisierten Amphibolperidotit gefunden. Dasselbe Gestein tritt auch an mehreren Stellen im Lotrugebirge[1]) auf.

Einen Picrit hat HUSSAK[2]), einen Dunit IULIUS HALAVATS[3]), und F. SCHAFARZIK[4]) verschiedene Serpentine, Peridotite und einen Gabro aus den Krassó-Szörény-Gebirge (Banat) beschrieben[5]).

Die Art des Vorkommens der anderen Serpentine und Peridotite ist sehr ähnlich mit derjenigen unserer Serpentine.

Es wäre die Frage, ob nicht diese verschiedenen Gesteine auf einem und demselben Magma stammen. Die Entstehung verschiedener Glieder kann durch magmatische Differentiationen und durch locale Umstände, oder theilweise durch spätere Umwandlungen hervorgerufen sein. MRAZEC und ich haben erwähnt, dass der Pyroxen in den Wehrlite von dem *Muntele Ursu* sehr stark uralitisiert ist, und ich glaube, es wäre möglich dass einige Amphibolperidotite uralitisierte Pyroxenperidotite sind[6]).

Abgesehen von diesen allgemeinen Ideen, bleibt es für unseren Serpentin sicher, dass er aus einem Lherzolith entstand; seine Structur, die Reste einzelner Mineralien, und die Anwesenheit von verwandten Gesteinen in der Nähe bestätigen das.

## 2. Die Contacterscheinungen.

Es wurde schon erwähnt wie die Chloritschiefer in der Nähe vom Serpentin immer reicher an Epidot werden, so dass sie in dichte Epidotschiefer und am unmittelbaren Contact in echte Epidothornfelse übergehen. Diese Veränderung der Schiefer unter dem Einflus des Serpentins ist sehr wechselnd; manchmal erstreckt sie sich bis 30 M. weit vom Contact, ein andermal ist die Zone der Epidotisierung nicht einmal 1 M. breit.

---

[1]) L. MRAZEC şi G. M.-MURGOCI. Munţiĭ Lotruluĭ. Bul. Soc. Inginerilor de mine. Ich empfehle auch das Capitel über die Peridotite in S. Karpathen in meine «Geolog. Untersuchungen»

[2]) HUSSAK. Picrit von Anina etc. Verh. d. k. k. g. Reichsanstalt. Wien 1881. S. 252.

[3]) IULIUS HALAVACS. Aufnahmsbericht in Jahrsb. der k. ung. g. Anstalt 18 . .

[4]) F. SCHAFARZIK. Tremolithältiger Peridotit. B. d. u. g. Anst. 1893. S. 114; Diallaggabro 1894. S. 142 etc.

[5]) Die chemische Zusammensetzung dieser Gesteine gibt AL. v. KALECZINSKY «Untersuchung der Serpentine des Comitates Krassó-Szörény. B. d. k. ung. geol. Anstalt für 1897.

[6]) Vergleiche das Capitel über die Entstehung der Granat-Vesuvianfelsen.

Die Zone der echten Hornfelse ist gewöhnlich sehr schmal und tritt nur an einigen Stellen deutlicher hervor z. B. an der Curmătura Urdeĭ gegen Coasta Petreseĭ, (Ph. 2.) Boroncióia Bach, (Fig. 10), Urdakamme (Fig. 4), (oberstes Band von Serpentin etc.)




**Fig. 4. — Geologische Längschnitt durch dem Urdakamm. sg = Graphitschiefer, q = Quartzit, α = Amphibolit, k = Körniger Kalk, kg = Kalkglimmerschiefer, se = Epidotschiefer, σ = Serpentin, σt = Talk- u. Chlorithaltiger Serpentin. Γ = Granatfels, z = Zoisit und Lotritfels t = Torfmoore.**

an der Latoritzaquelle (Fig. 5), in Stefanu an der Mündung der zwei Quellen. In der Căldarea Coasteĭ Petresi, in Huluzu findet man seltener Hornfelse und an den Găurĭ kommen sie nur an den westlichen Wänden der Căldarea luĭ Murgocĭ vor (Fig. 9).

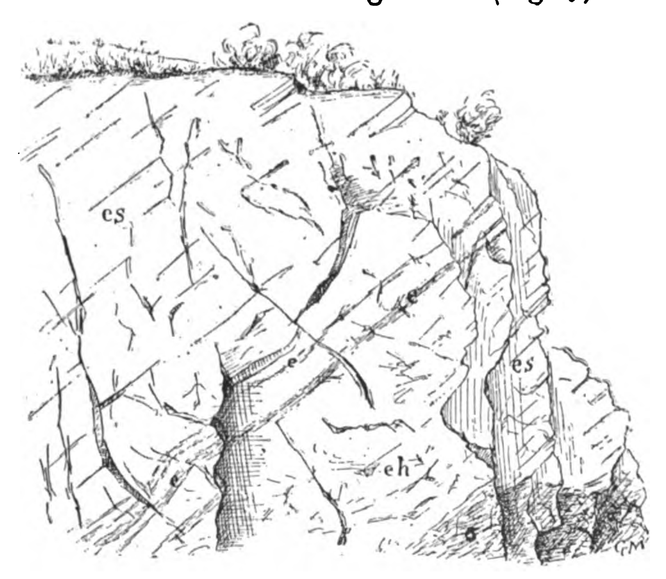


**Fig. 5. — Contact der Epidotschiefer se, mit dem Serpentin σ, in Latoritza dréptă; e = Epidotfels.**

Die Hornfelse sind sehr dichte Gesteine, an einigen ist noch eine Andeutung der Schichtung übriggeblieben (gebänderter Habitus), an anderen ist jede Spur von derselben verschwunden; nur hie und da zeichnen sich einige helle Streifen von Feldspath auf der graugelben Grundmasse ab.

Die Flächen gegen den Serpentin sind gewöhnlich glatt und glänzend (ähnlich einer Glasschicht) mit muscheliger Oberfläche aber ohne Streifung; Rutschflächen im Hornfelse selbst sind daneben häufig und manchmal gibt es Knollen von Hornfelse mit einer Umhüllung von schuppigem Chlorit und Talk. Im Inneren der Knollen hat der Hornfels eine breccienartige Structur, ist etwas porös mit viel infiltriertem Eissenhydrat und die ganze Masse ist von Talk- oder Chloritadern durchsetzt. Flecken und Adern zeigt auch sonst der dichte Hornfels.

Im ersten Augenblick glaubt man es gäbe einen allmähligen Uebergang vom Serpentin durch solche Talk- oder Chloritartige Schichten gegen den Epidotit oder Hornfels, aber eine genaue Prüfung zeigt, dass die zwischenliegenden Schichten nur geschieferte Typen eines oder des anderen Gesteins sind.

Die Farbe der Hornfelse ist grau oder gelb; der Bruch ist muschelig und fein splittrig. U. d. M. sieht man in diesen Hornfelsen dieselben Gemengtheile, welche gewöhnlich im Epidotchloritschiefer vorkommen, aber viel kleiner als dort. Man beobachtet: Quarz, Plagioklas, Epidot, Tremolit, Chlorit, Titanit, Pyroxen, Kalkspath, Talk, Pikrit und Limonit selten Granat und Vesuvian.

Der Quarz ist in kleinen Körnern oder Aggregate in der Masse vertheilt. Die Plagioklase sind selten bestimmbar, doch scheint Albit vorzuherrschen erkennbar nach der Auslöschungsschiefe zwischen den Lamellen = 34°, die erste Bissectrix immer positiv. Orthoklas und Oligoklas scheinen daneben vorhanden zu sein.

Der Epidot in sehr kleinen Körnern ist immer gelb gefärbt und zeigt deutlichen Pleochroismus. Manchmal bildet er allein den ganzen Hornfels und dann kommt er in grösseren hie und da parallelen Säulen vor. Dazwischen findet man Fasern vom Tremolit und Chlorit.

Der Pyroxen ist einen farblosen Diopsid mit der charakteristischen Spaltbarkeit und Auslöschungsschiefe bis 40°. Der Kalkspath in grossen Lappen, der Titanit als kleine Flecken etc.

Ebenso wie diese Epidothornfelse an Contact des Serpentins gegen den Grünschiefer stets vorhanden sind, sind auch die aus dem Kalkglimmerschiefer entstandenen Contactgesteine vorherrschend aus Epidot zusammengesetzt. Ich möchte hier nur noch die

Beschreibung zweier Stücke geben, in welchen man dén unmittelbaren Contact des Serpentins mit dem Kalk und die metamorphische Zone zwischen beiden deutlich sehen kann. Dieselben stammen aus dem südöstlichen Abhang der Fouqué Spitze über die Politze östlich vom Schuttkegel. Die Stücke (Fig. 6) bestehen auf einer Seite aus einem grauen Kalkschiefer mit etwas Chlorit, Sericit, Quartz, Feldspath und Limonit; dieser Kalkschiefer geht nach aussen in Chloritschiefer über. Die andere Seite des Stückes besteht aus Serpentin mit Chlorit innig gemischt; nur unter dem Mikroskop sieht man den Chlorit und sehr wenig Talk. In der Mitte befindet sich die metamorphosierte Zone, sie ist bis 10 cm. breit und hat eine wellig-verlaufende Grenze. Das Gestein ist sehr feinkörnig bis hornfelsartig, von graugrünlicher Farbe mit grünen und gelben Flecken von epidotreichen und chlorithaltigen Partien. Mit dem freien Auge kann man kaum etwas erkennen so klein sind die Gemengtheile; u. d. M. aber beobachtet man Epidot- und Klinozoisitkörner in einer krystallinischen Masse von Kalkspath, daneben etwas Chlorit und Erze.




**Fig. 6. — Ein Block von Politze. Contact des Serpentins σ mit dem Kalkglimmerschiefer ks. e = epidotführender körniger Kalk.**

Westlich von dem Mărghilele Cărbunelui zwischen diesen und Căldarea Petresi stellt sich ein interessanter Contact des Serpentins mit den Grünschiefer und Kalkglimmerschiefer dar. Ausser den gewöhnlichen Epidotschiefer und Epidotfelse entstehen auch Zoisitfelse. Abgesehen von den anstehenden Epidot- und Zoisitfelsen findet man sehr viele Blöcke, welche hauptsächlich aus Zoisit bestehen, und welche ihrem Aussehen nach Einschlüsse in Serpentin zu sein scheinen.

Die Blöcke zeigen eine äussere Hülle von dichtem Chlorit, welcher kleine dünne Adern in dem inneren rötlichweissen oder graugrünlichen Hornfels hineinsendet. Die Grenze der Chlorithülle ge-

gen den Hornfels ist nicht ganz scharf; gewöhnlich beobachtet man ein allmähligen Uebergang von dem Chlorit über eine Mischung von Chlorit und Zoisit zur Zoisitmasse. Die letzte ist sehr dicht, weiss, graugrün oder gefleckt, hat unebenen Bruch und braust mit Salzsäure an manchen Stellen auf, (Kalkspatadern und Nester). Die weissen sind monogene Zoisitite. U. d. M. ist der ganze Hornfels ein Aggregat von kleinen Säulen von Klinozoisit, mit einigen gelblichen Flecken von Epidot und seltenen zackigen braunen Körnern von Orthit, der manchmal eine Umrandung in gelblichem Epidot aufweist.

Die graugrünen oder gefleckten Hornfelse sind entweder eine innige Mischung von Klinozoisit mit Chlorit oder mit einem neuen Mineral, Lotrit. Bei geflektem Aussehen bildet entweder der grünliche Lotrit Adern und unregelmässige Flecken in der weissen Klinozoisitmasse oder schickt der röthlichen Klinozoisit Adern und Flecken in die grünliche durchscheinende Masse des Lotrits. Mit Salzsäure brausen alle diese Gesteine ziemlich stark wegen der Kalkspathadern und Nestern auf. Die grünliche Masse zeigt unter dem Mikroskop ein Aggregat von kleinen Säulen und Lamellen eines stark lichtbrechenden Minerals (N=1.67) mit einer deutlichem Spaltbarkeit der Längsrichtung parallel. Es ist schwach doppelbrechend ($\gamma$-$\alpha$ höchstens 0.014) der Auslöschungswinkel beträgt $28^0$ gegen der Spaltbarkeit, $2E = 30^0$, $2V$ ungefähr $18^0$, optischer Charakter positiv. Die Axenebene liegt quer zur Längsrichtung und senkrecht zur Spaltbarkeit, $c \parallel b$.

Eine vorläufige Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

| | Analyse | Molec. Verhält. | |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 38.02 | .633 | |
| $Al_2O_3$ / $Fe_2O_3$ | 30.90[1]) | .303 | |
| $FeO$ | 0.33 | | |
| $CaO$ | 23.56 | .421 | .491 |
| $MgO$ | 2.80 | .070 | |
| Glühverlust | 6.24 | .346 | |
| Summa | 101.85 | | |
| Specifisches Gewicht | 3.23 | Härte=7.5 | |

[1]) $Fe_2O_3$ nicht getrennt, doch nicht viel.

Nach dieser Analyse liegt ein wasserhaltiger Kalkthonsilicat vor, etwa von der Formel 4 $SiO_2$ 2 $Al_2O_3$ ($Fe_2$) 3 Ca(Mg)O 2 $H_2O$. Was charakteristisch für dieses Mineral ist, ist das Verhältniss der Kieselsäure zum Wasser = 2 : 1, was keinem bekannten wasserhaltigen Kalkthonsilicat entspricht; auch nach seinen optischen Eigenschaften ist es unmöglich dasselbe mit einem der bekannten Mineralien zu identificieren. Es dürfte somit ein neues Mineral vorliegen, welches nach seinem Vorkommen im Lotruthal als **Lotrit** bezeichnet werden mag.

Ausser den Epidot-, Zoisit- und Lotritfelsen findet man am Contact des Serpentins in Parîngu auch granatführende Gesteine. Das eine Vorkommniss ist am zweiten Serpentinfels nördlich von der Curmătura Tziganuluĭ (Fig. 7). Dort sieht man wie ein Keil von Chloritschiefern von der Serpentinmasse umfasst wurde. Der Chloritschiefer wird reich an Epidot, zum Theil zu eigentlichen Epidothornfels, und man sieht im ganzen Gestein Körner und Adern von einem blassrothen Granat, grosse Flecken von grünlichem Pyroxen und Nester oder Adern vom grüner Klinochlor. Die granatführende Zone ist 20 – 30 cm. breit.



**Fig. 7. — Ein Keil von Chlorit- und Epidotschiefer se, in dem Serpentin σ nördlich von der Curmătura Tziganuluĭ eingeschlossen ; g = Granat-Zone.**

Der G r a n a t ist in der Hauptsache dicht, bildet manchmal parallel der Streifung Adern und auf den Klüften kleine, braunrötliche Krystalle. Der P y r o x e n ist graugrünlich und dicht; nur hie und da auf den Bruchflächen sieht man einige glänzende Spaltungsflächen. Seine Individuen sind nur unter dem Mikroskop

sichtbar; in Dünnschliffen ist erfarblos und hat eine Auslöschungsschiefe bis zu $42^0$.

Das zweite Vorkommniss ist nicht so deutlich aufgeschlossen und tritt zu Tage zwischen den zwei Quellen, welche über den Serpentin am östlichen Rand des Schuttkegels von Pereţi Albĭ fliessen (Fig. 8). So viel man sehen kann, sind hier die Schiefer sehr stark mit dem Serpentin zusammengefaltet. Der Serpentin ist wie gewöhnlich am Contact etwas chlorit- und talkhaltig. Weiter vom Contact finden wir den gewöhnlichen Chloritschiefer, welcher desto epidotreicher wird, je näher er dem Serpentin kommt. In einer Entfernung von 1 m. vom Serpentin werden die Epidotschiefer eigentliche Hornfelse, doch erstrecken die granatführende Hornfelse nur 20—30 cm. weit. Obwohl der ganze Complex rund herum stark zusammengefaltet ist, tritt hier keine Rutschfläche zwischen Serpentin und Kalksilikathornfels auf; doch konnten die Beobachtungen an dieser Stelle nür auf zwei Qm. Oberfläche gemacht werden; weiter bedecken Schutt und Gras den Aufschluss.

Dieser Kalksikathornfels ist graugrünlich in frischen Bruch und immer mit einem braunen Ueberzug bedeckt. Der unebene Bruch lässt einige braune Granatadern wahrnehmen, hie und da Pyroxenlamellen und hat ein poröses Aussehen wie die anderen Epidothornfelse.

Der Pyroxen dieses Gestein ist ein farbloser oder blassgrüner Diopsid, welcher grössere oft gebogene und gewundene Tafeln oder Stengel bildet. In seinem Aeusseren und seinen Eigenschaften erinnert er an den Diopsid-Augit von dem W. Ecke der *Eichamwand*[1]) (Gross-Venedigerstock bei *Prägratten*) gegen das Tämmelbachthal und mit den tafeligen Diopsiden (Salit, Mussit, Malacolit), welche am Contact des Serpentins in *Alathal* (*Saulera, Pascheto*, etc.) oder in dem Muttergestein der Granaten von *Rocca nera* etc. vortreten. Die Auslöschungsschiefe gibt $c : c = 42^0$ bei positivem Charakter.

Der Granat ist rothbraun; er bildet in den Klüften kleine Krystalle der gewöhnlichsten Combination (110) und (211) und ist optisch anormal.

[1]) Sehe die Beschreibung von E. WEINSCHENK in «Peridotite etc.» die Vorkommnisse aus der Umgebungen von Prägratten, dann «Minerallagerstätte etc.» Cap. Pyroxengruppe.

U. d. M. besteht der Hornfels vorherschend aus Pyroxensäulen und Lamellen welche oft undulöse Auslöschung zeigen.

Ein abgerollter kugeliger Block von ähnlichem Gestein fand sich in Urda am nördlichen Ufer des Boronci6iabaches am Boronci6ia-fall. Anstehend war er nicht gefunden aber der Zusammensetzung wie dem Habitus nach, ist es gleichfals eine Contactbildung. Der Block ist abgerundet, hat glatte, chloritische Oberfläche und hie und da bemerkt man Rutschstreifen: er erinnert sehr an die Hornfelsknollen welche von Talk und Chlorit umhüllt sind, und oft in der Nähe dem Contact des Serpentins vorkommen. Der farblose oder nur ein wenig graugrünliche Pyroxen tritt hier in viel grösseren Tafeln auf. Er spaltet ausgezeichnet nach Prisma und Basis und ist immer gebogen und gewunden, wie auch die Knollenoberfläche mechanisch verändert ist.

In den letzten zwei Jahren habe ich am Contact des Serpentins kein Vesuvian beobachtet, doch unter den Gesteine welche ich am Anfang gesammelt habe gibt es drei Stücke von Vesuvianfels, welche die Bezeichnung der Contactgesteine tragen. Höchst wahrscheinlich sind sie echte Vesuvianfels-Einschlüsse im Serpentin, welche ich auch damals für Schiefereinschlüsse genommen habe.

Der sonst leicht zu studierende Contact des Serpentins mit dem permocarbonischen Ablagerungen (Jietzuthal, Boianu, Stephanu etc.) ist nicht interessant. Die schwarzen Glanzschiefer scheinen nur etwas dichter, epidotreich und talkhaltig zu werden. Viel interessanter sind die Amphiboliten, welche mehrmal in der Nähe oder mit dem Serpentin vorkommen (Jietzuthal, Petrimanu, Latoritza), aber das werden wir weiter (vergl. den Anhang) betrachten.

Nachdem die geologischen Verhältnisse des Serpentins so wie seine petrographischen Beschaffenheiten dargestellt sind, soll ein Vergleich mit den bekannten Vorkomnissen aus den Alpen versucht werden. Man findet auf den ersten Augenblick eine vollkommene Uebereinstimmung mit den von WEINSCHENK beschriebenen Serpentinen aus den Hohen Tauern und den Zillerthaler Alpen, und besonders mit jenen, welche in der Chloritschiefer-Zone vorkommen, dann mit den berühmten und seit lang studierten Serpentine aus der Zone der Pietri verdi in Piemont und See-

alpen. Die Serpentine treten dort überall wie im Parîngu als intrusive Lager in dem Grünschiefer auf, und die Contacterscheinungen sind auch dort grösstentheils durch Epidotfelse charakterisiert und nur manchmal geben gewöhnlich die Contacte mit den Kalkglimmerschiefern etwas abweichende Erscheinungen durch die Paragenesis: Granat, Vesuvian, Diopsid, Epidot, Klinochlor (*Islitz Fall* in klein *Iselthal* etc., *Paschetto* und *Saulera* in *Alathal*, *Traversella* etc.)[1])

Aehnliche Verhältnisse zwischen Serpentin und Schiefern finden wir in den Beschreibungen der Serpentine von Wallis, Davos, Graubünden, etc. Auch die von S. Ural, Slataust, etc., zeigen dieselben Erscheinungen. Wie mir nur die Litteratur und einige Handstücke, welche in Sammlungen sich befinden, bekannt sind, kann ich nicht darauf zu viel schliessen.

WEINSCHENK nimmt als Muttergestein des Serpentins in den Hohen Tauern den Stubachit «ein meist regelmässig verwachsenes Aggregat von Olivin und Antigorit....» Unsere Serpentine sind so umgewandelt, dass es in heutigem Zustande ganz unmöglich ist zu erkennen, ob thatsächlich primärer Antigorit neben Olivin vorhanden war; die charakteristische Anordnung der Antigoritlamellen in den Olivinkörnern ist doch hin und wieder zu erkennen. Vorherrschend sind in unserem Serpentine Reste von Olivin, hie und da Reste von monoklinen und rhombischen Pyroxen, öfter auch Antigorit in Pseudomorphosen nach Pyroxen, dann Antigorit in Maschenstructur, Gitterstructur und Pseudospheroliten. Darum halte ich als ursprüngliches Gestein unseres Serpentins ein olivinreicher Lherzolith.

Was die Contactbildung der Serpentine anbelangt, verweise ich auf die Angaben von WEINSCHENK und LACROIX[2]). Es sind die dem Contacte der Tiefengesteine gewöhnlichen Mineralienbildungen,

[1]) In den letzten zwei Sommer hatte ich die Gelegenheit mehrere von diesen Fundorten zu besuchen, deshalb berufe ich mich auf diese Gebiete.

[2]) WEINSCHENK loc. cit. Für Piemont sind die zahlreichen geologischen Berichten von LOTTI, FRANCHI, NOVARESE, STELLA, E. ARTINI u. MELZI, neben die alten Arbeiten von GASTALDI, BARETTI, ZACCAGNA etc. etc. Sehe das Litterarurverzeichniss in III-ter Abtheilung.

A. LACROIX. Etude sur le metamorphisme de contact de roches volcanique, Mem. sav. étrang. 1894. **31.** Lherzolite et ses phénomènes de contact. Archives du Museum 1893. Sur le phénomènes de contact de la L'herzolite des Pyrénées C. R. **120** p. 339, 388 Bul. soc. min. de France **6** **42** 307—401. Phénomènes de contact de la Lherzolite et de quelques ophites des Pyrénees Bul. Serv. Carte geol. France. 1894—94 VI. Le granite des Pyrénees et ses phénomènes de contact. ibidem 1898 et 1900.

die zwar nicht so mannigfaltig in Specien wie am Contact der Lherzoliten in den Pyrineen sind, aber eine vollkommene Aehnlichkeit der chemischen Processe, welche an verschiedenen Tiefengesteinen in den Pyrineen, Centralplateau, West- Central- und Ostalpen, beobachtet wurden, darstellen. In der dritten Abtheilung dieser Arbeit, bei der Besprechung der Entstehung der Granat-Vesuvianfelsen, werden wir ausführlicher auch den Gang des Contactmetamorphismus betrachten, mit dem die ersteren in causalen Zusammenhang stehen.

## B. GRANAT-VESUVIANFELS

**(Kalksilicatfels** WEINSCHENK, **Granatit** NOVARESE)

Einige von diesen Gesteinen aus dem Urdaberg habe ich früher für einfache Contactbildungen oder metamorphosierte Einschlüsse im Serpentin gehalten, und sie wurden als solche in meiner Beschreibung der «Serpentine aus den Urde, Muntin, Găuri» mehrmals erwähnt [1]. Die genaueren Untersuchungen an Ort und Stelle haben mich in letzter Zeit überzeugt, dass man es mit merkwürdigen Einschlüssen in Serpentin zu thun hat, und ich hoffe in den folgenden Abschnitten zu beweisen, dass diese Kalksilicatfelse, hauptsächlich Granat- und Vesuvianfelse aus Pyroxen, Granat, Vesuvian und Chlorit bestehend, im Serpentin des Parîngus wie überall, wo ähnliche Gesteine beobachtet wurden, theilweise Umwandlungsproducte der *syntektischen gabbroartigen Ausscheidungen* aus dem ursprünglichen Magma des Serpentins, die man dem Saussuritgabbro an die Seite stellen kann theilweise mehr oder weniger *metamorphosierte Schiefereinschlüsse* in dem Serpentin sind.

### 1. Vorkommen und Beziehung zu dem Serpentin.

Eine wichtige Thatsache ist es, dass der Kalksilicatfels nur in den mächtigen Serpentinlagern aufritt; am häufigsten trifft man ihm weit entfernt von der Jietzu-Latoritza Verwerfung. So zeigt uns das isolirte Lager von der *Fouqué Spitze*, das reichste im Kalksilicatfels, auf den drei Abhängen: *Politze* (Fig. 8) *Murgociwand* (Fig. 9) und *Coasta luĭ Rusu* (Taf. I Karte der Găurĭ), mehr als 30 Vorkomnisse; das oberste Lager von *Urde* enthält mehr als

[1] Seite 28, 29, 41 44, 45, 46. l. cit.

10 (Fig. 3, 4, 10, 11), das unterste 3, das von den *Cărbunele-Cósta Petresi* 5 (nur zwei anstehend), die Serpentinbänder von *Muntinu* nur 2 und die von den *Muntinu Latoritzei* und aus der *Latoritza* 2 Vorkomnisse aber nicht anstehend. Auf dem Stefanu, Jietzu, Hulusu wurde bis jetzt keiner gefunden.

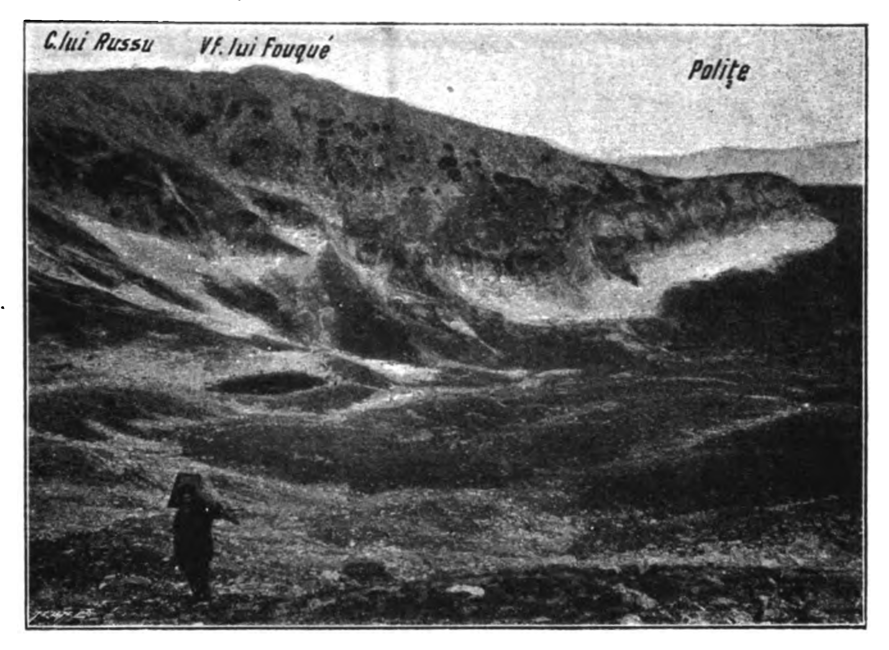



Fig. 8. — Fouquéspitze und Politze, nach einer photog. Aufnahme von E. de Martonne. $\gamma$ = Granit, a = Amphibolit, k = Körniger Kalk, ks = Kalkglimmerschiefer, c = Chloritschiefer, es = Epidotschiefer, $\sigma$ = Serpentin, G = Granat-Vesuvianfels, a = Schutt.

In den dünnen Lagern von Urde, Muntin, in denen von unteren Găurĭ u. Căldarea luĭ Murgocĭ, in den von der Dunga luĭ Popo und



Fig. 9. — Politze und Căldarea luĭ Murgocĭ. $\gamma$ = Granit, a = Amphibolit, k = Körniger Kalk, kg = Kalkglimmerschiefer, c = Chloritschiefer, es = Epidotschiefer, $\sigma$ = Serpentin, G = Granat-Vesuvianfels, a = Schutt.

Dunga luĭ Stăncioiu etc. habe ich keinen Kalksilikatfels gefunden [1]).

Der Kalksilikatfels kommt in zwei Arten vor: in isolirten, manchmal linsenförmigen, eiförmigen bis cylinderförmigen Gebilden (Muggeln), und in grösseren oder kleineren Butzen, die von der dichten Serpentinmasse nicht scharf getrennt sind.



Fig. 10. — Urdakamm. es = Epidot- und Chloritschiefer, σ = Serpentin, G = Granatfels.

Die Muggeln sind gewöhnlich 2—5 M. lang und 1—2 M. breit, sehr selten sind grössere Dimensionen zu beobachten u. niemals treten dieselben in längerer Erstreckung oder als wirkliche Gänge auf. Diese Kerne sind ganz isoliert mit einer deutlichen Trennungsfläche gegen den gewöhnlichen schaligen Serpentin zu, sie haben keinen Zusammenhang mit einander, abgesehen davon, dass sie manchmal ziemlich parallel in verschiedenen Niveaus liegen; noch weniger Zusammenhang haben sie mit den Contacthornfelsen, in deren Nähe sie nur sehr selten vorkommen (an Politze zwischen den zwei Quellen).

Die Plätze wo sie sich an Ort und Stelle genau studieren lassen, sind: Der südliche Abhang von der Fouqué Spitze über die Politze (Fig. 8), die Wände gegen die Zănoaga luĭ Murgocĭ, und das obere Lager von der Urda besonders an der Boroncioaiaquelle

[1]) Obwohl an den Serpentinvorkommnisse von Turcinu, Petrimanu etc. nicht genaue Untersuchungen in diesen Hinsicht gemacht wurden, scheint doch der Kalksilicatfels hier nicht oft aufzutreten.




Fig. 11. — Boroncioiafall. Nach der Natur vom Verfasser gezeichnet. es = Epidotschiefer, σ = Serpentin, G = Granatfels.

(Fig. 3 und 11) und auf dem Urdakamm (Fig. 10 und 4). Auf der Coasta luĭ Rusu findet man solche zwischen den Serpentinblöcken, aber nur selten sind sie dort anstehend. Gewöhnlich liegen die Muggeln in einem schaligen oder schiefrigen Serpentin und machen den Eindruck, als ob sie bei den tektonischen Verschiebungen, welche

den Serpentin zertrümmert oder geschiefert haben, ihre Form durch Abrollen erhalten hätten.



Fig. 12. — Muggel von Granat-Vesuvianfels in dem Serpentin nördlich von Curmătura-Tziganuluĭ, σ = Serpentinschalle, c = Chloritzonne, Γv, Γ = Vesuvian-Granatfels.

Die Muggeln haben eine sehr merkwürdige Structur; man kann nähmlich drei Zonen unterscheiden (Fig. 12, 13, 14):

Eine äussere Zone, σ, von bald schwarzem dichtem Serpentin



Fig. 13. — Muggel von Granatfels G aus dem Serpentin σ von Urdakamm, n = Bänder von gelbem Serpentin.

manchmal mit grünen oder gelben Flecken von Antigoritlamellen (deutliche Pseudomorphose nach Pyroxen), bald schön grüngelblich gefärbter, edler Serpentin, durchscheinend und arm an Magnetit. Diese Serpentinzone umhüllt das ganze Gebilde und stellt die Trennung gegen den schaligen Serpentin dar. Da diese Kalksilikatkerne nicht viel zerklüftet sind und eine sehr dichte Beschaffenheit haben, sind sie sehr widerstandsfähig gegen die Erosion und gegen die Einwirkung der Athmosphärilien und bleiben daher immer mit deutlichem Relief inmitten des zertrümmerten Serpentin stehen.

In einer zweiten Zone, c, wird der Serpentin immer reicher an Chlorit und geht in eine dichte Chloritmasse über. In derselben finden sich noch grosse Pyroxenlamellen mehr oder weniger in Antigorit oder Chlorit umgewandelt; oft gibt es typische Pseudomorphosen von Chlorit nach Pyroxen. Ausser dem Pyroxen finden sich in dieser Chloritmasse zuerst kleinere dann grössere Körner von weissem Granat und gelben Vesuvian.




**Fig. 14. — Gezogener und zerbrochener Cilindroid von Granatfels aus Murgociwand. σ = Serpentinschale, c = Chloritzonne und G = Granat-Vesuvianfels.**

Mit der Zunahme von Granat oder Vesuvian und Pyroxen nimmt der Chloritfels allmählich eine körnige Structur an und geht in der Mitte der Ovoide in den eigentlichen Granatvesuvianfels, G, welcher fast stets von dünnen Adern von rothem Granat oder grüngelbli-

chem Vesuvian durchzogen sind; manchmal ist doch die Grenze zwischen der Chloritmasse und körnigem Granatfels ziemlich scharf.

In einigen Muggeln bemerkt man ferner schmale, z. Theil aber bis 25 cm. breite schwarze Adern, welche sie in verschiedenen Richtungen durchsetzen (Fig. 12). Diese Adern bestehen aus dichtem Chlorit mit sehr grossen Antigoritplatten und ihr Contact gegen den Kalksilikatfels ist nicht ganz scharf; sie scheinen allmählich in denselben überzugehen, in derselben Weise wie die Chloritzone als deren Fortsätze diese Adern manchmal erscheinen. Wenn dieselbe breiter sind, so nimmt der Serpentin in grösserer Menge an ihrer Zusammensetzung theil. Es gibt auch Serpentinblöcke, welche äusserlich gerundet sind und in derselben Art von einem klareren Serpentin in vielen Adern durchzogen werden.

Die Serpentinhülle und die Chloritzone der Muggeln haben ziemlich gleiche Breite, ganz gleich ob der Muggel 3 M. oder nur 50 cm. dick ist, und bleiben immer unter 10 cm.; manchmal ist die Serpentinhülle die mächtigere, ein andersmal die Chloritzone. Je hornfelsähnlicher der Habitus der Kalksilikatfelse ist, desto schmäler wird diese Zone, und an einigen Kernen wie die von Urdakamm (erstes Serpentinband) (Fig. 13) grenzt der Serpentin direct und scharf an den Granatfels. Dieser merkwürdige braune Serpentin bildet eine Hülle von 30 bis 50 cm. um den Granatfels herum und ist von einer deutlichen Trennungsfläche von dem schaligen Serpentin getrennt. Einige Cm. entfernt von der Granatfels-Grenze hat der braune Serpentin eine schmale Zone von gelbem mattem Serpentin (n auf Fig. 13).

Die eigentlichen Butzen von Kalksilicatfels, welche die zweite Gruppe von Vorkommnisse bilden, gehen allmählich über Chloritfels in Serpentin über, ohne dazwischen eine scharfe Trennung vorhanden zu sein. Die kleine derselben bestehen öfters ganz aus Chlorit mit Pyroxenlamellen, Granat- und Vesuviankörnern und mit vielen Gängen von Granat, noch mehr von Vesuvian, in welchen einzelne Klinochlortafeln sich vorfinden.

Diese Art von Vorkommen ist leicht zu sehen: um die Fouqué Spitze herum, in der Urdaquelle zwischen Granit und Chloritschiefer,

in dem Muntinubach, etc. Die Butzen bleiben in denselben Dimensionen wie die Ovoiden, aber sind gevöhnlich etwas schmäler.

Die Art des Vorkommens der Granatvesuvianfelse lässt auf folgenden Schlussfolgerungen schliessen:

1. Die Granatvesuvianfelse kommen als Muggeln und Butzen in den breiteren Serpentinlagern vor.

2. Es giebt ein allmähliger mineralogischer Uebergang von der äusseren Serpentinmasse durch eine Chloritzone zu dem körnigen Granat-Vesuvianfels.

3. Das Vorkommen von einigen Chlorit- resp. Serpentin-Adern als Fortsetzung der Choritzonen entlang der Klüfte im Granatfels.

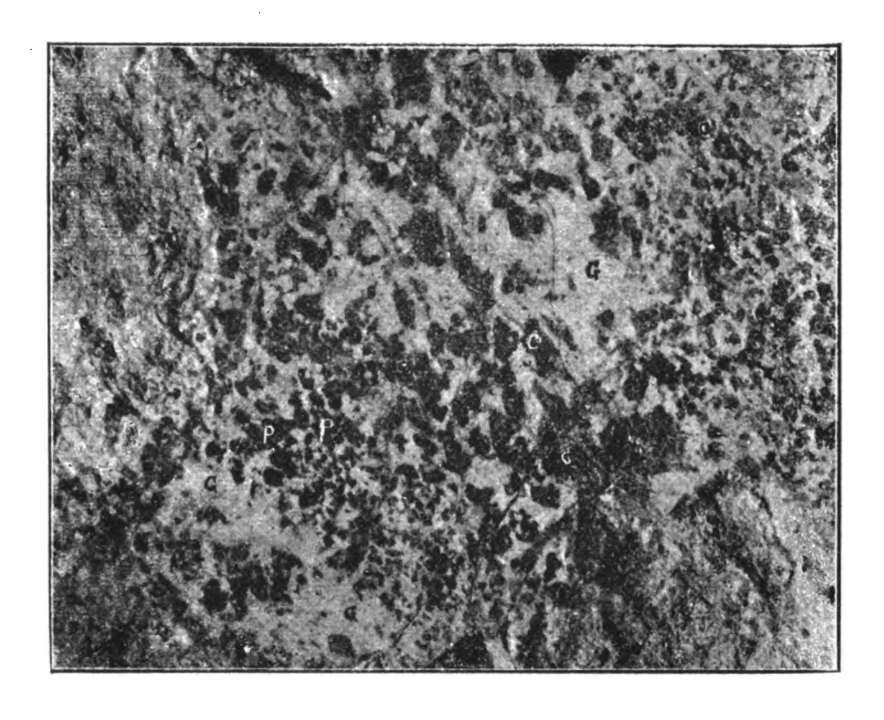



Fig. 15. — Gefleckter Granatfels aus dem Urdakamm, östlich von Fusssteig; photographische Reproduction eines geschliefenen Handstückes in natürlicher Grösse. G = weisser Granat (Grossular), P = Pyroxen (Diallag), c = Chlorit.

## 2. Makroskopische Beschaffenheit.

Die Granat-Vesuvianfelse nehmen einen verschiedenen Habitus an, je nach der Art des Auftretens und je nach dem Vorherrschen des einen oder des anderen Gemengtheiles. Sie sind bald gefleckt nach Art eines Saussuritgabbros in dem grössere dunkle Pyroxenkrystalle in einer dichten splittrigen hellen Grundmasse liegen, bald sind sie gleichmässig feinkörnig bis dicht und von hornfelsartiges Aussehen.

a) **Gefleckter Kalksilicatfels.** Man findet Granat-Vesuvianfelse von mittel- bis grobkörniger Structur: in einer lichten Grundmasse, gewöhnlich eine innige Mischung von sehr feinen Granatkörnern und Chloritschuppen (manchmal bildet der Chlorit Flecken in der weissen oder grauen Granatmasse), liegen kleinere und grössere (manchmal 15—20 cm. lang) Tafeln und Platten von graugrünlichem Diallag. Sehr oft zeigt der Diallag eine poikilitische Durchwachsung von einer Mischung von Granat und etwas feinem Chlorit, Structur, welche man so oft an Dioriten, Syeniten und verschiedenen Gabbros und Peridotiten beobachtet hat. Die Structur des Gesteins ist so charakteristisch, dass man von erstem Augenblick diese Gesteine für einen Saussuritgabbro hält, (Fig. 15 und Fig. 5 Pl. IV verg. die Erklärung dieser Figur). Diese Structur findet sich bei beiden oben geschriebenen Arten von Vorkommen und ist zu beobachten: in dem obersten Band von Serpentin von Urda und zwar an folgenden Stellen: Borociólafall (Fig. 11), dann einige Meter nördlich, dann etwas nordöstlicher am südlichen Abhang des Urdakamms wo die schwarzen Serpentinfelsen auftreten, in mehrere Ovoiden am Urdakamm westlich vom Fusssteig (Fig. 10) u. der schönste saussuritgabbroähnliche Granat-Vesuvianfels findet sich östlich vom Fusssteig (Fig. 4). Im Găurĭ treten sie überall, besonders auf dem südlichen Abhang der Fouquéspitze (Fig. 8) und am häufigsten gegen die Curmătura Tziganuluĭ auf.

Das Gestein ist verschieden gefärbt, es gibt alle Nuancen zwischen braun, grün, gelb und weiss je nach dem Mineral, welches in den Vordergrund tritt. Wenn viel weisser Granat vorhanden ist, dann ist die Farbe des Granatfelsens immer hell, wenn der

rötliche Granat dabei ist, ist auch die Farbe etwas dunkler. Der Vesuvian bringt eine gebliche Nuance mit sich, und mit seiner Zunahme entsteht ein gelbgrünlicher Vesuvianfels; der Epidot färbt auch manchmal das Gestein grün. Der Chlorit gibt manchmal der Grundmasse ein grüngeflecktes Aussehen (Fig. 15); die Chloritflecken sind entweder gleichmässig im Gestein vertheilt oder in einzelnen Flecken mit scharfen Conturen (Pseudomorphose nach Pyroxen). Wo er in feiner Vertheilung beigemischt ist, wird die Farbe des Gesteins graugrün oder schmutziggrün. Eigentlicher Chloritfels, hauptsächlich aus Chlorit bestehend ist dunkelgrün. Der Pyroxen welcher gewöhnlich eine graue mehr oder weniger grünliche Farbe hat, bringt die fleckige Beschaffenheit hervor.

Hie und da sieht man in der compacten Masse braunrothe oder gelbe Adern von Granat resp. Vesuvian, welche einen Theil des Kalksilikatfelsens durchsetzen. Die Adern sind gewöhnlich schmal doch erreichen sie oft eine Dicke von 2 cm. Sehr selten findet man dünne grüne Adern von Epidot. Es ist eine wichtige Thatsache, dass in den Ovoiden fast nur Granatadern auftreten, während sich in den sehr chlorithaltigen Butzen nur die gelben Vesuvianadern vorfinden.

Hie und da haben diese Adern Hohlräume, wo Granat, resp. Vesuvian in kleinen Krystallen ausgebildet ist. Mit dem Granat kommt immer Diopsid vor und seltener Klinochlor; dagegen scheint der Klinochlor der häufigste Begleiter des Vesuvians zu sein. Sehr oft, besonders in der Nähe der Chloritzone, bildet der Klinochlor für sich tiefgrüne Adern. Nur auf einem Stück (nicht anstehend gefunden) habe ich Epidotkrystalle gesehen.

In einem blättrigen Chloritfels sind grössere mit rothem Granat, seltener Vesuvian, bekleidete Hohlräume. Manchmal füllt Kalkspath den Hohlraum ganz aus, und dann sind die darunterliegenden Krystalle frisch, während sie sonst angewittert sind. Auf den Wänden der Klüften hat sich Eisenhydrat als Ueberzug oder als kleine Dendriden abgesetzt.

Der Bruch der Kalksilikatfelse ist uneben, die Grundmasse fein splittrig, zuckerartig, manchmal porös, sehr selten dicht mit mu-

scheligem Bruch wie die bekannten Vorkommnisse von Eichamwand, Piz-Longhin etc.

Das specifisches Gewicht dieser Gesteine ist sehr wechselnd zwischen 3 und 3.3; die reicheren an Chlorit bleiben unter 3 0.

b) **Der feinkörnige Kalksilicatfels.** Einige Granat-Vesuvianfelsen zeigen die oben beschriebene Structur mit feinen Bestandtheilen. Der Pyroxen erscheint nur unter dem Mikroskop. Das Gestein ist durch den Chlorit grünlich gefärbt. Diese Textur beobachtet man nur an einigen Muggeln; in den Butzen findet sie sich, wenn diese vorherrschend aus Chlorit bestehen. Auch die ersten sind nicht in ihrem ganzen Umfang gleichmässig, sondern die feinkörnige Beschaffenheit ist meist auf den Rand gegen die Chloritzone beschränkt. Den feinkörnigen, etwas porösen Kalksilicatfels findet man besonders am Urdakamm, westlich vom Fusssteig (Fig. 10) und an vielen abgerollten Blöcken von Muntinu (Nördliche Abhang von dem Urdakamm) an der Quelle rechts vom Fusssteig; dann an der Kante über die Politze (Südlich von der Fouqué-Spitze) etc. Bei diesem Habitus scheint das Gestein etwas porös mit einer meist grüngrauen Farbe, wegen der innigen Mischung von Pyroxen, Chlorit, Granat- und Vesuvian. Unter dieser Beschaffenheit sind unsere Granat-Vesuvianfelse dem Muttergestein des Granates und Vesuvians aus den berühmten Fundorten im *Alathal* (*Mussa Alp.: Rocca nera*, *Testa ciarva* etc.) sehr ähnlich. Sie sind auch einigen porösen u. feinkörnigen Granat-Vesuvianführenden Contact-Gesteinen ähnlich

Der Pyroxen ist zweierlei: der allgemeine Diallag und ein neugebildeter Pyroxen, ähnlich dem in dem Serpentin sich befindenden Fassait. Der zweite (Fassait) kann mit dem Chlorit das ganze Gestein bilden; das Gestein nimmt dann einen charakteristisches Aussehen an, ist dicht, weiss oder grau mit grünen Flecken und Adern von Chlorit und viel schwarzem Ilmenit. Der Apatit ist reichlich in diesen feinkörnigen Varietäten vorhanden. Der feinkörnige Kalksilicatfels ist von vielen braunen Adern durchsetzt; die Adern bestehen aus braunrothem Granat oder aus rothbraunem manganhaltigen Vesuvian, welcher auch Nester in dem Gestein bilden. Der Granat, sehr oft in Pseudomorphosen nach dem Pyroxen, bildet eine bis 2 cm. starke Kruste auf den Klüften.

Eigentliche **hornfelsartige Kalksilicatfelse** sind noch seltener. Ich kenne nur fünf Vorkommnisse: Eines auf dem Urdakamm (von braunem Serpentin umhüllt (Fig. 13), drei östlich von der Fouqué-spitze auf der Kante zwischen der Zănóga Carol I und Căldarea luĭ Murgocĭ, und das fünfte über dem Schuttkegel am südlichen Abhang der Fouqué Spitze. Diese Granatvesuvianfelse sind sehr dicht bis echt hornartig; sie sind viel ähnlich der typischen granat- und vesuvianführenden Hornfelse von dem Contact der Tiefen-gesteine mit den Kalken oder Kalkglimmerschiefer (Pyreneen, Gross-Venedigen, Alathal etc.) und mit den früher beschriebenen Contactgesteinen unserer Serpentine.

Ihre Farbe ist hell oder gelblich grau bis dunkel oder grünlich-grau, ihr Bruch muschelig. Viele rothe Granatadern und grüne Py-roxen- und Chloritadern durchsetzen das Gestein; einige sind etwas breiter (2—3 Cm.) und haben Hohlräume in denen der Granat etc. auskrystallisiert ist, gewöhnlich sind aber die Adern ganz dünn. Bei athmospherischer Verwitterung bleicht der Hornfels und bedeckt sich mit einem röthlichgelben Pulver. Specifisches Gewicht dieser Gesteine ist 3.2—3.3.

Die Grenze des hornartigen Kalksilicatfelsens gegen dem Chlorit resp. Serpentin zu ist manchmal scharf, doch bemerckt man ge-wöhnlich kleine schwarze Adern von Serpentin die in den ersteren hineinreichen.

Zwischen die obigen Abarten der Kalksilicatfelse finden sich allmählige Uebergänge durch intermediäre Zwischenglieder.

Die makroskopische Beschaffenheit der Granatvesuvianfelsen aus Parîngu bestättigt also folgendes:

1. Das Vorkommen von mittel- bis grobkörnigen Gesteinen, welche einem mehr oder weniger veränderten Gabbro sehr ähn-lich sind.

2. Ebenso das von feinkörnigen und dichten Hornfelsen, welche mehr den Contactgesteinen und Contacthornfelsen der Tiefen-gesteine mit Kalken und Kalkglimmerschiefern gleichen.

3. Dass Granat resp. Vesuvianadern mit Klinochlor und Diopsid die Gesteine durchsetzen, woraus man auf Klüften mineralien-bildende Wässer, schliessen muss.

## 3. Mineralien der Kalksilicatfelsen.

Um Wiederholungen zu vermeiden, werde ich zuerst die Beschreibung der Mineralien geben, welche an der Zusammensetzung des Gesteins selbst theilnehmen und dann eine mikroskopische Schilderung der verschiedenen Arten der Vorkommen folgen lassen. Trotz der grossen Verschiedenheit im Auftreten und in der Structur dieser Gesteine ist ihre mineralogische Zusammensetzung doch allenthalben gleich.

Die Mineralien, welche man als Bestandtheile der Kalksilicatfelse findet, sind:

Ein Diopsid-Augit, Kalkthongranat (Grossular), Vesuvian, Klinochlor, Epidot-Klinozoisit, Fassait, Lotrit, Apatit, Rutil, Ilmenit, Titanit, Zirkon, Magnetit, Hematit.

Die ersten vier Mineralien sind die Hauptgemengtheile der Gesteine; der Epidot-Klinozoisit, und der neugebildete Fassait kommen nur ausnahmsweise in grösseren Mengen alsdie anderen vor. Wie schon früher erwähnt wurde, bildet manchmal einer von diesen Hauptgemengtheilen für sich das Gestein und entstehen also monogene Gesteine wie Granat-Vesuvian-Pyroxen-Epidot-Zoisit und Lotrit-fels. Der Kalkspath tritt auch, aber nur in Klüften und Nesten auf. Dieselben Mineralien findet sich auch in den Klüften als Neubildungen; wir werden diese für sich an anderer Stelle besprechen.

### PYROXEN.

Bis jetzt wurde im Kalksilicatfels keine Spur von rhombischem Pyroxen beobachtet, doch findet man mehr oder weniger serpentinisierte Bronzitreste in der Serpentinhülle, seltener in der Chloritzone der Muggeln. Seinen physikalischen Eigenschaften und optischen Verhältnissen nach ist er derselbe Bronzit, welcher im Serpentin übergeblieben ist (vergl. S....).

Monokliner Pyroxen ist reichlich vorhanden und dem äusseren Aussehen, der optischen Eigenschaften, wie der chemischen Zusammensetzung nach, finden wir zunächst ein Glied der Diopsid-Augitreihe, welches mit jenem im Serpentin auftretenden genau über-

einstimmt. Da er hier wie dort eine Absonderung und Lamellirung nach dem Orthopinakoid ein metallartigen Glanz wie feine schwarze Einschlüsse hat, kann man ihm als **Diallag** bezeichnen.

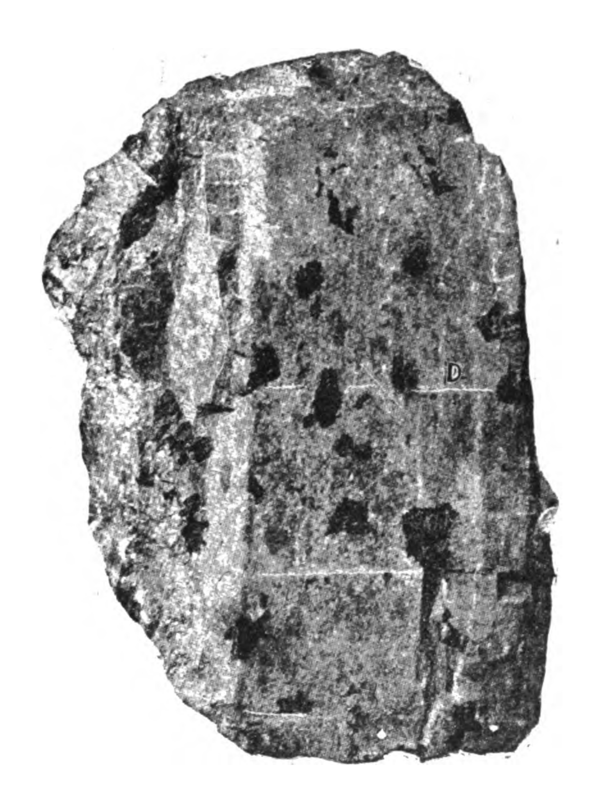



Fig. 16.— Diallag (D) in natürlicher Grösse mit poikilitschen Durchwachsung (die schwarzen Flecken) von Chlorit und wenig Granat.

Dieses Mineral bildet kleine aber auch bis 20 cm. grosse Platten und Tafeln (Fig. 16)[1], in einer Grundmasse von Granat, Vesuvian und Chlorit enthalten; nur selten und nur in den groskörnigen Granàt-Vesuvianfels kommt er in einer mehr oder weniger vollkommenen krystaleographischen Form vor. Seine Farbe ist in frischem Zustande hellgrün, bis graugrün, meist aber scheint sie bei beginnender Umwandlung matt dunkelgrau, hellgrau, weiss (Granatbildung), oder

[1]) Den Diallag erkennt man auf den Fig. 15 an seinen eckigen Umrissen; obwohl die Abbildung keinen grossen Unterschied zwischen ihm und Chlorit zeigt er ist, doch viel lichter als der Chlorit.

dunkelgrün, grün, lichtgrün, (Klinochlor- und Vesuvianentstchung). Ausser der prismatichen Spaltung beobachtet man auch eine grobe nach der Basis, sowie die schon erwähnte orthopinakoidale Absonderung; die, nach dem Klinopinakoid ist, nicht immer ganz deutlich doch tritt sie sehr oft vor an den verwitterten Individuen. Durch Umwandlung verliert er seinen Glanz und zwischen den Spaltrissen infiltriert sich Kalkspath in dünnen Lagern. Frisch ist er kantendurchscheinend; durch feine Magnetiteinschlüsse aber, und durch Umwandlung wird er trübe und undurchsichtig. Des mannigfaltigen Wechsels im Habitus wegen, treffen wir in diesen Kalksilicatfelsen die zahlreichen Varietäten von Pyroxen, welche man als Malakolith, Salit, Mussit bezeichnet hat[1]. Dieser Diallag ist schwer zu graugrünem Glase schmelzbar und gibt in der Boraxperle nur schwache Eisenreaction. Die Analyse eines glänzenden Diallags (P. auf Fig. 15), aus dem gefleckten Granatfels vom Urdakamm, östlich vom Fussteig, in lichtgrünen leicht spaltbaren Partien, ergab:

| | | Controlanalyse |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | = 48.47 | 47.84 |
| $TiO_2$ | = 0.32 | — |
| $Al_2O_3$ | = 3.06 | 12.66 |
| $Fe_2O_3$ | = 5.14 | |
| $FeO$ | = 3.18 | |
| $MnO$ | = 0.30 | — |
| $CaO$ | = 20.15 | 21.68 |
| $MgO$ | = 17.70 | 17.31 |
| $H_2O$ | = 2.48*) | 2.44 |
| Summa . . . | 100.80 | |

Specifisches Gewicht = 3.31

*) Das Wasser wurde durch Glühverlust = 2.43 und durch der Sipöczmethode = 2.48 gefunden.

Selbstverständlich ein Diallag, welcher so viel Wasser enthält, ist nicht ganz frisch, darum finde ich es überflüssig die Correcturen an

[1] Wir werden hier aber den allgemeinen Namen «Diallag» brauchen, weil die optischen Eigenschaften immer dieselben sind, und wahrscheinlich er hat bei den verschiedenen Aussehen doch dieselbe chemische Zusammensetzung.

dieser Analyse zu machen, um eine Formel zu berechnen. Man sieht an dem hohen Wasser- und Mg O- Gehalt, dass das Mineral etwas im Chlorit umgewandelt ist. Aber was wichtig ist, ist die fast genaue Uebereinstimmung mit dem Diallag aus dem Serpentin (vergl. S. 285).

An der grösseren Tafel ist eine poikilitiche Durchwachsung bemerkenswerth, nämlich: auf den Spaltungsflächen des Diallags das Auftreten kleiner oft ziemlich regelmässig umgrenzter Flecken von dichtem Granat, Vesuvian oder Chlorit gleich der Erscheinung, welche die Diallagreste aus der grosse Serpentinmasse mit dem Serpentin darstellen. (Fig. 16 u. 17).

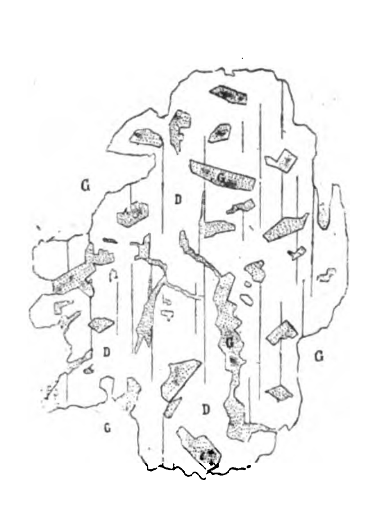



Fig. 17.—Poikilitische Durchwachsung von Granat (G) durch dem Diallag (D) in dem grobkörnigen Gestein. U. d. Lupe zweimal vergrössert.




Fig. 18.— Regelmässige Nester von Chlorit (a) und Granat (b), welche ein unbekanntes vollständig. umgewandeltes Mineral (Olivin?) epigenisiert. U. d. M. 20× vergrössert.

Der Diallag unterliegt einer Umwandlung zu einer innigen Mischung von Granat, Vesuvian und Chlorit, wie es besonders in den Saussuritgabbros des Fichtelsgebirges [1]), Allalingebietes, Insels Elba, etc., und in den Eufotiden und Granat-Vesuvianfelse der Central- und West Alpen beobachtet wurde; Epidot und Klinozoisit entstehen daneben selten und sine gewöhnlich nur mikroskopisch wahrnehmbar. Die Umwandlung selbst ist schon mit freiem Auge zu verfolgen. Der Pyroxen entfärbt sich zuerst und verliert seine vollkommene

1) Die Litteratur, auf welche ich mich in dieser ganzen mineralogischen Beschreibung reterire wird in lezten Capitel ausfürhlich gegeben.

Spaltbarkeit, seinen Glanz und seine scharfe Abtrennung von der Grundmasse. Die Veränderung beginnt in den Spaltrissen oder längs der vorhandenen Sprünge (Fig.4, 5. Taf. I), nimmt immer mehr zu bis der ganze Diallag zu einer grauweisse oder rötliche Granatmasse mit etwas Chlorit gemischt wird, welche nur hie und da noch die parallelipipedischen Formen des Pyroxens oder mindestens einige parallelen Spaltrisse in drei Richtungen aufweist. Sehr oft findet man nur theilweise umgewandelte Lamellen und dann setzen sich die Spaltrisse des Pyroxens weiter in der neugebildeten Granatmasse fort; aber es gibt auch Fälle wo man keine Spur mehr von Spaltbarkeit in dem neugebildeten Granat sieht. Am deutlichsten tritt die Umwandlung an den Klüften nahen Pyroxenen vor.

Der Gang der Umwandlung des Diallags in Vesuvian ist ziemlich derselbe. Der Diallag behält aber immer seine lamellarige Spaltung bei, welche immer dünner wird, und nimmt eine fettglänzende gelb-grüne Farbe an, da bei der Vesuvianisierung des Pyroxens mehr Chloritblättchen enstehen als bei dessen Granatisierung (Fig. 6, Tl. I. u. 1 Tl. II).

Bei der Chloritisierung wird der Pyroxen zuerst dunkelgrün, dicht und nur selten blätterig; in letzterem Fall die Absonderungsflächen nach dem Orthopinacoid des Diallags, werden die Basis für den Chlorit. Dieselbe Erscheinung tritt bei der Serpentinisierung des Diallags auf, nur mit dem Unterschied, dass die Antigoritlamellen ihre Magnetiteinschlüsse bewahren. Sehr oft nimmt der Pyroxen bei dieser Umwandlung eine kaffeebraune Farbe an, aber behält Spaltbarkeit und Glanz. Dieser Fall geschieht nur dann, wenn der Pyroxen in dem Ckloritfels liegt.

Bei der Umwandlung des Pyroxens entsteht fast stets eine Mischung von Klinochlor, Granat und Vesuvian; die Menge der so enstandenen Mineralien ist sehr wechselnd. Was bemerkenswert ist, ist die Abwesenheit in diesen Gesteine der weit verbreiteten Umwandlung des Diallags in Amphibol oder Talk, was man so oft in ähnlichen Gesteinen beobachtet hat. Noch eine wichtige Thatsache ist die Neubildung eines dichten Diopsids (F a s s a i t), der sehr oft nur auf Kosten des Diallags entsteht.

Im Dünnschliff zeigt der Diallag mindestens die Absonderung nach dem Orthopinakoid; er scheint gewöhnlich farblos und nur selten schwach bräunlichgrün mit einer schwachen Absorbtion

($\mathfrak{c} > \mathfrak{a} > \mathfrak{b}$). Er enthält viele Magnetiteinschlüsse als feinen Staub oder in Adern und Streifen von kleinen Körnern; bei stärkerer Vergrösserung sieht man manchmal Flüssigkeitseinschüsse mit oder ohne Libelle.

Im polarisierten Lichte beträgt die Auslöschungsschiefe $\mathfrak{c}$: c bis 44$^0$; Zwillingslamelle nach (100) treten sehr oft auf. Die Licht- und Doppelbrechung ist normal.

Die Individuen von Pyroxen zeigen im Dünnschliff zackige und aufgefranzte Grenzen; nur selten sieht man einen ziemlich regelmässigen Krystall mit scharfen vier-, sechs- oder achteckigen Umrissen. Die poikilitische Verwachsung tritt deutlich u. d. M. vor. Man sieht die umgewandelten Körner (Fig. 18 u. 20) wahscheinlich eines Olivins (vergl. S. 80) und nur manchmal ganz gut erhaltene auch umgewandelte ebenfall idiomorphe Körner eines Diallags (Fig. 20). Von allen Seiten kommen Buchten und Adern von fein schuppigem Chlorit mit kleinen Granat-resp. Vesuviankörnern zum Vorschein (Fig. 19), welche bei der letztere oft in Berührung mit dem Pyroxen sind; sie machen den Eindruck als ob sie theilweise oder ganz umgewandelte Pyroxensplitter wären, welche sich von dem Diallag abtrennen wollen (Fig. 3, Tl. II). Sehr oft sieht man in einem Aggregat von Granatkörnern kleine Reste von Pyroxen.

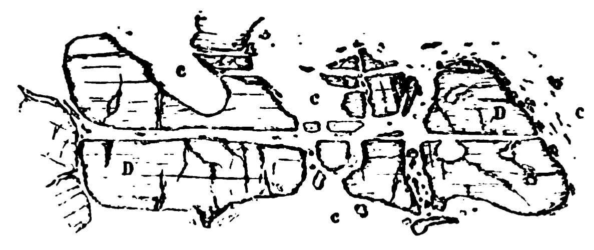



**Fig. 19.— Diallag (D) u. d. M. 20 × vergrössert. c= Chlorit mit einigen Granatkörnern.**

Den Gang der Umwandlung sieht man besser u. d. M.: in Spaltrissen, längs den Sprüngen und in den Nestern sieht man überall neuentstandenen Granat oder Vesuvian mit Chlorit innigst gemischt. Ich gebe dazu einige Mikrophotographien, welche die Thatsache am besten demonstrieren und in welchen man der Vergleich der Serpentinisierung mit der Granatisierung feststellen kann. (Man siehe die Erklärung der Tafeln und die erwähnten Figuren: Fig. 4, 5, 6 Taf. I, Fig. 1, 2, 3 Taf. II, Fig. 5 Taf. IV). Je mehr die Umwandlung fortgeschritten ist, desto mehr zeigt der Pyroxen ein verwittertes Aussehen: er wird trüb, faserig und end-

lich löst er sich in einer Chloritmasse mit feinen Granat- resp. Vesuvianmikroliten und kleinen Resten von ursprünglichem Mineral auf (Fig. 6 Taf. I, Fig. 1 Taf. II). Die Abbildung, welche einen theilweise umgewandelten Durchschnitt gibt, (Fig. 4 u. 5 Taf. I), erinnert an die theilweise serpentinisierten Lamellen von Pyroxen und Olivin.

Ausser dieser Umwandlung finden wir u. d. M. noch eine nicht weniger merkwürdige: die Entstehung eines mikroskopischen Pyroxens in den Diallaglamellen, die in den dazu gegebenen Mikrophotographien (Fig. 3, rechte Hälfte, Taf. I und obere Hälfte der Fig. 5, Taf. II u. Fig. 20) wahrnehmbar ist. Dieser neuentstandene Pyroxen tritt hie und da faserig oder nadelförmig, manchmal wie kleine spitzige Rhomben auf und ist identisch mit dem in Serpentin neugebildeten Pyroxen (vergl. S. 22), und halte ich auch diesen für F a s s a i t. Die kleinen Fasern und Nädelchen (Fig. 20) behalten keine Orientirung gegen dem ursprünglichen Diallag, abgesehen davon dass sie sich manchmal fast parallel einreihen. Der ursprüngliche Diallag ist oft noch zu sehen (Fig. 3, Taf. I), gewöhnlich ist er chloritisiert und granatisiert; in einigen Pyroxenfelse ist die Pyroxenlamelle ganz verschwunden. Mitunter sieht man in einem fast isotropen Chlorit schöne schmale Fassait-Rhomben welche sich in zwei Richtungen kreuzen.



Fig. 20.— Ein in faserigem Fassait (d) umgewandelter Diallag (D) mit einem in Granat (G), Chlorit und Fassait (d) umgewandelten idiomorphen Einschluss. Von der grossen Diallaglamelle sind noch einige Reste (D) geblieben; auch in dem Einschluss sieht man eine Spur von ähnlichem Diallag (D). Die Diallag platte ist von Saussurit umgeben, der aus Epidot-Zoisit, Fassait, Granat (G) und Chlorit (c) besthet. Der Diallag selbst geht am Rande in eine solche Mischung über. U. d. M. 25 × vergrössert.

Der Fassait bildet, manchmal mit Chlorit, für sich das ganze Gestein; er ist feinkörnig und faserig, weiss oder grau, im Dünnschliffe farblos. U. d. M. zeigt er eine Menge von kleinen Schuppen und Blättern in einer dichten wrirschuppigen Structur; in diesem Zustande sieht er dem Jadeit ähnlich, doch haben mehrere microchemische Prüfungen keine Spur vom Natrium erwiesen. Die Auslöschung c : c beträgt bis $42^0$; er charakterisiert sich durch eine starke dispersion $\rho > \upsilon$.

## GRANAT

Der Granat ist vorherrschend Grossular und bildet mit etwas Chlorit die Grundmasse, in welcher der Diallag sich befindet; er sicht dem Saussurit aus den umgewandelten Gabbros ähnlich. Hie und da kommt er in grösseren Flecken oder dichten Massen vor, oder bildet für sich das ganzen Gestein. In diesem Falle ist er matt, weiss oder rötlich undurchsichtig, dicht mit fein splittrigem Bruch, manchmal porös und von rosarother Farbe. Gewöhnlich aber ist er mit Chlorit gemischt, welcher seine Farbe verunreinigt.

Der Granat schmilzt leicht zu einem farblosen Glase. Die Analyse zeigt die Zusammensetzung des Grossulars. Es war aber sehr schwer reine Substanz zu erhalten weil er mikroscopisch mit Chloritschuppchen gemischt ist. Zur Bestimmung wurde das reinste, weiss durchscheinende Material genommen, doch sah man u. d. M. etwas Chlorit zwischen den Granatkörnern. Dann habe ich noch zwei Analysen gemacht, von Material in dem mehr Chlorit vorhanden war; also war es möglich die Zunahme an $H_2O$, MgO und FeO mit der Zunahme an Chlorit verfolgen zu können und dann die respectiven Correcturen an der ersten Analyse abzuleiten. An den letzten Analysen wurde Fe O und Alkalien bestimmt und dann für die ersten Analysen berechnet.

I. Weisser Granat aus dem saussuritgabbroähnlichen Granatfels vom Urdakamm östlich vom Fusssteig. Sehr rein, matt, fein splittrig oder zuckerartig. Bildet grosse weisse Flecken als Grundmasse des Diallags. (G. auf der Fig. 15). U. d. M. kleine Körner oder Aggregate von Mikroliten; keine Spur von Anomalien.

II. Etwas chlorithaltige Substanz.

III. Chloritreicheres Material.

| | I | II | III |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ = | 38.38 | — | — |
| $TiO_2$ = | 0.40 | — | — |
| $Al_2O_3$ = | 22.27 | 21.20 | 19.89 |
| $Fe_2O_3$ = | 2.06 | 3.31 | 3.34 |
| $FeO$ = | 0.54 | | 0.89 |
| $MnO$ = | 0.23 | — | — |
| $CaO$ = | 32.88 | — | 31.86 |
| $MgO$ = | 3.07 | 4.87 | 5.39 |
| $K_2O$ = | Sp. | 0.16 | — |
| $Na_2O+Li_2O$ = | Sp. | 0.19 | — |
| $H_2O$ = | 1.08 | 1.38 | 2.42 |
| Summa | 100.90 | | |

Sp. Gewicht = 3.48.

Man sieht wie mit der Zunahme an Wasser, der $Al_2O_3$ und CaO abnimmt, während MgO nimmt zu; das ist der Einfluss des Klinochlors. Unserer Analyse nach (verg. S. 65) verlangt der Klinochlor für 2.42 $H_2O$, 5.44 MgO und 0.96, FeO; wir haben in III MgO= 5.39 und FeO = 0.89 gefunden; infolge dessen berechnen wir in I den MgO = 3.06 als Klinochlor dann bekommmen wir Fe O = 0.54 genau das Werth, welche die Analyse gibt. Machen wir jetzt überall die Correcturen und berechnen dann die Molecularverhälnisse, so bekommen wir genau die Formel des Grossulars ($SiO_2$: $Al_2O_3$: CaO = 0.667: 0.222: 0.668).

Ich habe schon beim Pyroxen erwähnt, wie der Granat aus dem Diallag entsteht, eine Thatsache, welche man makroskopisch wie mikroscopisch wahrnehmen kann. Doch wie Weinschenk für die Granatfelse der Alpen annimmt, wie Schäfer in den Allaliniten, und Artini und Melzi in den Gabbri granatiferi von *Valsesia* beobachtet haben, ist auch hier der Fall eingetreten, dass: Grossular resp. Vesuvian und Chlorit zuerst auf Kosten des Olivins und erst nach der Zerstörung dieses Minerals, auf die des Pyroxens entstanden sind. Olivinreste wurden in unseren Granat-Vesuvianfelsen überhaupt nicht gefunden und die einzigen Beweise für seine ehemalige Anwesenheit sind: das Auftreten des Granats und Chlorits als Grundmasse um die noch frischen Pyroxenen, die Maschenstructur des Chlorits (vergl. S. 64 u. Fig. 4 T. IV) und die

rundliche oder poliedrische (poikilitische) Durchwachsung von derbem Granat und Chlorit in noch frischem Diallag (Fig. 17 u. 18), ähnlich derjenigen von Antigorit in dem Diallag des Serpentins, und der Bronzitlamellen mit Olivin. Der Olivin mehr umvvandlungsfähig als der Pyroxen, ist gerade sowie im dem Falle der Serpentinisierung auch bei der Granatisierung zuerst verändert worden, und zwar war er schon ganz umgewandelt als der chemische Process beendet wurde, während der Pyroxen erst nur theilweise angegriffen war. Darum finden wir noch den mehr oder weniger umgewandelten Pyroxen, als Einsprenglinge in einer Granat-Chloritgrundmasse, welche theilweise ein Product seiner Umwandlung, theilweise Product der Umwandlung anderer Mineralien ist.

Nicht selten sieht man unter dem Mikroskope den Vesuvian als einheitlichen Fleck, während der Granat und Chlorit deutlich eine Pseudomorphose nach dem Diallage zeigt; der Vesuvian epigenisiert wahrscheinlich in diesem Falle den Olivin, (fig. 2, Pl. II).

Noch ein Mineral, welches bei dieser Umwandlung in Betrachtung kommen soll, ist ein k a l k r e i c h e r P l a g i o k l a s. Bis jetzt habe ich in unseren Granatfels[1]) keine Spur von irgend einem Feldspath gefunden und die Analysen deuten nur Spuren von Alkalien an. Doch ist das äussere Aussehen dieser Kalksilicatfelse höchst einem Saussuritgabbro ähnlich; die Structur die mineralogische Zusammensetzung so wie das Vorkommen jener Gesteine, sprechen für ein umgewandeltes plagioklasführendes Gestein. Bei der grossen Umwandlungsfähigkeit (Saussuritisierung) der Plagioklase ist es kein Wunder, dass in unseren so stark umgewandelten Gesteinen keine Andeutung der vorhandenen Feldspäthe geblieben ist. Man sieht in vielen Dünnschliffen grosse Felder zwischen den Diallaglamellen, Felder von einem fast isotropen Chlorit ausgefüllt, in welchen kleine, unregelmässig vertheilte Körnern von Epidot. Zoisit, Granat, Fassait, u. a. liegen. (Fig. 4, Tal. II u. Fig. 20). Eine solche Mischung charakterisiert gewöhnlich die Umwand lung der basischen Plagioklase (Bytownit oder Anorthit).

[1]) Ich habe ungefähr 300 Stücke Granat-Vesuvianfelse aus den verschiedenen Fundorten im Parîngu gesammelt, aus welchen fast 150 Dünschliffe gefertigt und sehr viele Proben als Pulver untersucht wurden.



Abgesehen von dieser Erscheinung, wird die Entstehung von Epidot, Granat, etc. sehr oft bei der Saussuritisierung der Plagioklase in den Gabbros beobachtet; daher glaube ich auch in diesen Kalksilicatfels vom Parîngu den Granat grösstentheils auf Kosten eines basischen Plagioklases (Anorthit?) und den Chlorit auf die des Olivins unter dem Einfluss des Plagioklases rechnen zu dürfen. Dafür spricht auch die Thatsache, dass der Chlorit sehr oft in der weissen Granatmasse oder in den Diallagtafeln sich als Flecken mit scharfen Conturen darstellt. Sehr wahrscheinlich war die Durchwachsung des Diallags von Olivinkörnern; die regelmässigen Flecken sind die umgewandelten idiomorphen Olivinkrystalle, und gewiss war das Mineral, welches alles zusammenkittet, ein Plagioklas (Näheres bei dem Capitel der chemischen Betrachtungen S. 80).

Im Dünschliffe ist der Granat farblos oder rosaroth bis bräunlich gefärbt. In grösseren Körnern zeigt er immer viele Sprünge, welche ihm ein trübes Aussehen geben; es gibt Körner und Adern von Granat, welche eine Spaltung, manchmal parallel der Spaltung des Pyroxens, andeuten. Dieser Granat zeigt auch eine schwach rosarothe Farbe und ist viel klarer als die kleinen Körnern. Als kleine Körner tritt der Granat sehr selten in krystallinischer Form auf; als solcher zeigt er gewöhnlich vier- sechs- oder achtseitige Umrisse, mit deutlichen optischen Anomalien.

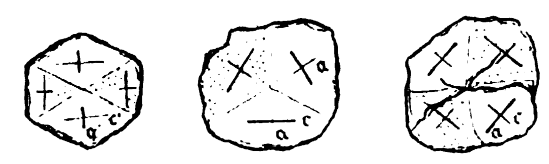


Fig. 21. — Kleine (200 × vergrösserte) Granatkörner mit optichen Anomalien.

In feinen formlosen Körnern zeigt der Granat nie Anomalien, aber sobald eine Neigung zur Krystallform eintritt, kommt auch die anomale Erscheinung vor (Fig. 21). Merkwürdig ist eine faserige Structur der Körner, wo isotrope und doppelbrechende Fasern abwechseln. Die Fasern stehen manchmal in zwei auf einander fast senkrechten Richtungen und geben also ein mikroklinähnliches Bild (Fig. 22). Die Fasern haben eine positive Hauptzone, und löschen nicht gerade aus: die Auslöschungsschiefe beträgt bis zu $10^0$.

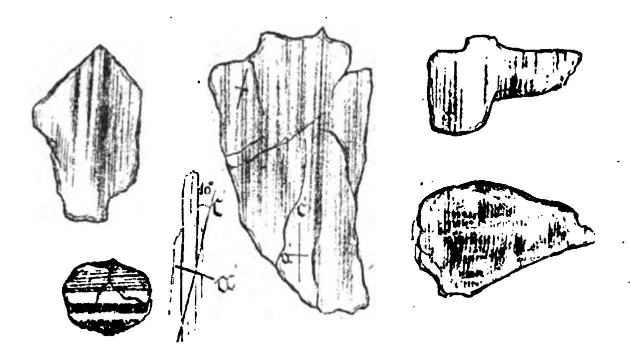


Fig. 22.—Merkwürdige Anomalien bei den kleinen (160 × vergrösserten) Granatkörnern.

Die Doppelbrechung ist ungefähr 0.0025. Die Körner, welche aus Pyroxenlamellen entstehen, zeigen am häufigsten diese Erscheinung und die Fasern wären also nichts anders als umgewandelte Pyroxenfasern, welche sich durch Spaltung ausscheiden und umwandeln.

Während der Granat aus den gefleckten grobkörnigen und feinkörnigen Gesteinen ein Umwandlungsproduct der Mineralien: Olivin, Pyroxen und besonders Plagioklas ist, so ist der Granat aus den dichten hornfelsartigen Gesteinen nicht immer ein solches. Hier findet man neben dem Granat, welcher echte Pseudomorphosen nach einem schwer bestimmbaren Mineral (vergl. S. 73) darbietet, noch einen röthlichen Granat (Gemeiner Granat), welcher sich neben den anderen Gemengtheilen : Pyroxen, Chlorit etc., gerade wie der Granat aus den Contacthornfels gegenüberstellt. Gewiss ist der gemeine Granat in den dichten Kalksilicatfels nichts anders als eine Erscheinung des Contactmetamorphismus, also als Ursprung gänzlich verschieden von dem der saussuritgabbroähnlichen Gesteine. Dieser Granat ist in seinen physikalischen Eigenschaften identisch mit dem Granat, welchen man in den Klüften der Granatfelse findet, und die chemischen Analysen zeigen ihn als Kalkeisenthongranat. Er kommt in dichten Massen, welche die Lücken zwischen den anderen Gemengtheilen ausfüllen, vor; er zeigt in Dünnschliffen eine schwache rosarothe Farbe, und oft optische Anomalien.

## VESUVIAN

Der Vesuvian ist grünlichgelb oder braunroth; ersterer ist der häufig vorherschenden Bestandtheil und kann für sich das ganze Gestein bilden, letztere habe ich nur in einigen Vorkommnissen gefunden und zwar als Adern in porösem Kalksilicatfels; er wird also bei den Mineralien der Klüfte betrachtet werden. Als Gestein ist der Vesuvian entweder dicht, mit muscheligem Bruch, bis zu $^1/_4$ cm. Dicke durchscheinend, oder er ist feinkörnig und lässt auf seinem frischen Bruch kleine, glänzende Spaltungsflächen sehen, wodurch man ihn auch erkennen kann, wenn er mit Chlorit und Granat den gewöhnlichen Kalksilicatfels bildet. Da der Vesuvian das Gestein für sich bildet, war es leicht reines Material zur Analyse zu gewinen und es wurde deren zwei von dem Vesuvian von Urdakamm gemacht[1]).

| | | I | II | Molecularverhältniss |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | = | 36.71 | 36.49 | .612 |
| $TiO_2$ | = | 0.42 | — | — |
| $Al_2O_3$ | = | 15.60 | missglückt [1]) | .155 |
| $Fe_2O_3$ | = | 4.79 | | .030 |
| $FeO$ | = | 1.28 | — | .018 |
| $MnO$ | = | 0.28 | — | — |
| $CaO$ | = | 34.29 | 34.19 | .612 |
| $MgO$ | = | 3.90 | 3.67 | .098 |
| Glühverlust | = | 2.88 | 2.91 | .160 |
| Summa. . . | | 100.15 | | |

Sp. Gewicht = 3.36.

Dieser Vesuvian ist dicht und zeigt nur hie und da glänzende Flächen auf dem frischen Bruch. Er wird von einigen rötlichen Adern, wahrscheinlich von manganhaltigem Vesuvian durchsetzt, wovon die Spuren von Mangan herrühren mögen.

Er ist leicht schmelzbar zu einem gelblichen Glase; nach dem Schmelzen bildet mit HCl eine Gallert von $SiO_2$. Wenn man eine chemische Formel zusammenstellen will, so findet man:

$10SiO_2\ 3Al_2(Fe_2)O_3\ 10CaO\ 2Mg(Fe)O\ 2H_2O$; $R''' : R'' = 2:4$ und $R' : R''$

[1]) In meiner Arbeit «Serpentine, etc.» wegen einer Verwechslung bei der Rechnung des, $Al_2O_3$ und $CaO$ wurde dieser Vesuvian als Klinozoisit beschrieben; zu bemerken ist nocht dass in der früheren Analyse die Bestimmung der dreiwerthigen Metalle zu hoch (24, 19) ist.

ungefähr 4. Die Analyse zeigt einen dem aus Alathal, Zermatt, Dognaska etc. ähnlich Vesuvian.

Der Vesuvian kommt in der Grundmasse des Kalksilicatfels in kleinen formlosen oder prismatischen Körnern vor, die dem Granatkörnern beigemischt sind. Im Dünnschliffe ist er immer farblos, schwächer lichtbrechend wie der Granat, aber viel klarer und ohne Sprünge; die letzten Eigenschaften lassen ihn schon im gewöhnlichen Lichte von dem Granat unterscheiden. Im polarisiertem Lichte zeigt er gewöhnlich die dunklen anomalen Interferenzfarben und manchmal eine schiefe Auslöschung bis zu 8° der Spaltbarkeit zu. Die Schnitte lassen auf die einfachsten Combinationen (110), (111), (100), (101), (001) schliessen; hin und wieder sieht man Spaltrisse parallel zur Längsrichtung der Krystalle. Eigenthümliche radialgestellte Verwachsungen einzelner Mikroliten von Vesuvian sind gleichfalls erwähnenswerth. (Fig. 3, Taf. II).

Sehr oft sieht man den Vesuvian in zonarer Ausbildung (Fig. 1, Taf. II), mit Anordnung der schwach doppelbrechenden Substanz am Rand der Krystallen.

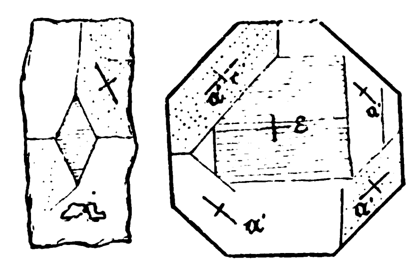


Fig. 23. Optische Anomalien bei den Vesuviankörnern (100 × vergr.)

In Querschnitte beobachtet man öfters eine Andeutung von Feldertheilung (Fig. 22) während die Längsschnitte hauptsächlich dadurch interessant sind, dass sie eine Verwachsung von optisch positiver und negativer Substanz erkennen lassen, zum Theil in Anordnung, grösstentheils unregelmässig. Der für alle Farben des Spectrums negative Vesuvian herrscht vor, und ist durch eine dunkelgelbe Interferenzfarbe, welche bei stärkerer Doppelbrechung, namentlich im Centrum der Krystalle, in grauweiss (I Ordnung) übergeht; die anderen zeigen im polarisiertem Lichte violette Farbe und erweisen sich so für roth bis gelb positiv; letztere Varietät findet sich auch in Adern und längst der schmalen

Klüfte gegen welche der optisch negative Vesuvian eine Zone von jener Substanz aufweist; die Klüfte gehen oft durch viele Körner durch und sind manchmal mit etwas Chloritschuppen ausgefüllt.

Der Vesuvian steht in demselben Verhältniss zum Pyroxen wie der Granat, und Pseudomorphosen von Vesuvian nach Pyroxen sind schon makroskopisch wahrnehmbar. Fast immer befinden sich aber in dieser Pseudomorphose noch Blättchen von Klinochlor, d. h. die Klinochlor- und Vesuviansubstanz haben sich zur selben Zeit in den Pyroxenplatten gebildet. Sehr oft findet man den Vesuvian nur in kleinen Körnern (Fig. 1. Taf. II und Fig. 6, Taf. I), oder parallelen Reihen zwischen den Klinochlorlamellen. Was wir am Granat bezüglich der Olivin und Plagioklasen erwähnt haben, kann man auch hier anwenden, besonders die compacten Vesuvianflecken wären wahrscheinlich Pseudomorphosen nach dem Olivin und Anorthit (Fig. 2, P. II) weil man deutlich sieht, dass der Diallag immer bei der Umwandlung auch etwas Chlorit hervorbringt.

Aber in Betreff des Vesuvians ebenfalls zu bemerken ist, dass er auch als Contactmetamorphose hervortritt und besonders der grüngelbliche, welcher sehr oft am Contact in dichten Massen vorkommt.

## CHLORIT (KLINOCHLOR)

Der Chlorit kommt in kleinen Schuppen oder Fasern mit dem Granat und dem Vesuvian in der Grundmasse des Kalksilicatfels vor; als Blätter, Lamellen, etc. tritt er auch oft auf und in den Klüften und Nestern bildet er deutliche Fächer und wurmartige Gebilde. Gegen die Randzone des Granat-Vesuvianfels nimmt er zu und in der Chloritzone bildet er für sich oder mit etwas Antigorit das Gestein (C h l o r i t f e l s).

Er ist grün oder grünbläulich bis zu $^1/_2$ cm. durchscheinend. In der Grundmasse ist er sehr dicht, mit muscheligem, gross splittrigem oder etwas lamellarem Bruch; in Pseudomorphosen nach Pyroxen spaltet er nach dem gewesenen Orthopinakoid als Basis. Im Dünnschliffe ist er farblos oder sehr schwach grünlich gefärbt; nur dort wo er in grösseren Blättern entwickelt ist, zeigt er einen deutlichen Pleochroismus: $\mathfrak{a}$ = grün, $\mathfrak{c}$ = hellgrünlich fast farblos. Die Auslöschungsschiefe beträgt bis 12°, der Charakter der Haupt-

zone ist negativ, die Doppelbrechung wechselnd, erreicht 0.012. Der Axenwinkel sehr klein oder überhaupt null. In den grösseren Lamellen zeigt der Chlorit gewöhnlich anomale Interferenzfarben. Wir werden hier jeden Chlorit als Klinochlor bezeichnen, welcher diese Eigenschaften darstellt.

Der Chlorit bildet in den körnigen gefleckten Gesteinen auf der weissen Granat-Grundmasse, grosse, grüne mit scharfen Umrissen versehene Flecken, oder in poikilitische Durchwachsung mit dem Diallag.

Unter dem Mikroskop sieht man sehr deutlich den innigen Zusammenhang zwischen den Pyroxen- und Klinochlorlamellen. Sehr oft findet sich in den letzeren Reste von Pyroxen und kleine Körner von Granat, Vesuvian oder Epidot. Manchmal tritt der Klinochlor ganz an Stelle des Diallags oder er findet sich nur in der Fortsetzung der Pyroxenlamellen. (Fig. 5,6, Taf. I; Fig. 1, 2, 3. Taf. II, Fig. 5, Taf. IV).

In den grünen Chloritflecken, welche der saussuritgabbroähnliche Granat-Vesuvianfels zeigt, (Fig. 15), tritt eine merkwürdige Erscheinung auf. Dort sind einige faserige Lamellen, an welchen man sieht, wie sie aus Diallag entstehen; daneben sind viele Adern von einem feinfaserigen Mineral physikalisch sehr ähnlich dem Chrysotil; die Adern durchkreuzen sich in allen Richtungen und bilden also eine typische Maschenstructur (Fig. 4, Taf. IV). Einige Maschen sind ganz oder theilweise von Granat besetzt, andere aber von dem lamellartigen Klinochlor, weniger doppelbrechend wie die Adern und welcher auf grosse Erstreckung auf einmal auslöscht Auch in den letzteren treten einige Granatspuren, welche den Eindruck geben, als ob Reste bei einer Auflösung übriggeblieben sind. Manchmal sind die Maschen von einem feinschuppigen Chlorit ausgefüllt; dieser letzte Chlorit bildet auch grosse Lappen in dem Dünnschliff.

Die faserigen Lamellen sind etwas von dem gewöhnlichen Klinochlor verschieden; sie sind in einer schwachgrünen Nuance gefärbt und sehr schwach pleochroitisch $\mathfrak{a}$ = grünlichgelb und $\mathfrak{c}$ = hellgrün. Im polarisiertem Lichte zeigen sie eine Fältelung, der weniger oder mehr doppelbrechenden alternierenden Fasern wegen. Die Auslöschung für alle Fasern erreicht 10° (bezogen auf

die Fasern), die Hauptzone ist immer negativ, der optische Charakter positiv. Die Axenebene liegt den Fasern quer, Axenwinkel fast null, das Kreuz entzweigt sich nur sehr selten in nahen Hyperbeln. Die Doppelbrechung bleibt unter 0.010. Dieser Eigenschaften nach ist dieses Mineral also auch ein Klinochlor.

Die Adern sind ganz ähnlich den Chrysotiladern aus senkrecht oder etwas schief liegenden Fasern gebaut. Die Fibern sind farblos, etwas stärker lichtbrechend wie der vorige Chlorit, welchen die Adern durchsetzen; im polarisiertem Lichte zeigen sie undulöse Auslöschung in derselben Art wie die Chrysotilfasern. Die Hauptzone der Fasern ist positiv, der optische Character positiv, die Axenebene liegt der Längsrichtung parallel, 2E verschieden von $O^0$ (es war unmöglich eine genauere Bestimung der Kleinigkeit der Fasern wegen). Die Doppelbrechung erreicht 0.012. Diese Eigenschaften sprechen für den Chrysotil, doch die Analyse II, welche ich gemacht habe ist dagegen; sie zeigt uns einen thoneisenreicheren Klinochlor. Ein mikrochemischer Versuch für Thonerde in den Adern durch die Färbungsmethode bestätigte dieses.

Es ist noch zu bemerken, dass ein Zusammenhang zwischen den Lamellen und Adern zu sein scheint: die Lamellen gehen sehr oft in den feinschuppigen Chlorit über, welcher sich in Maschen vorfindet, und auch die Adern scheinen hie und da in die wirrschuppige Structur überzugehen; manchmal sieht man in dem wirrschuppigen Chlorit einen Beginn von Bildung der schmalen Adern.

Diese Structur, sowie die scharfen regelmässigen Umrisse der Chloritflecken lässt die Vermuthung einiger Pseudomorphosen des Chlorits nach dem Olivin, unter dem Einflus der Plagioklase aufkommen. Bei dieser Umwandlung ist der Granat auf Kosten des Plagioklas entstanden. Es ist aber nicht die weitere Bildung des Chlorits auf Kosten des neuentstandenen Grossulars ausgeschlossen.

Ich habe dieses Complex von Lamellen-, Schuppen- Adern-artigen Substanzen wie den echten dichten Chlorit, welcher für sich das ganze Gestein bildet, analysiert; da die dichte Masse in grösseren Splittern schon durchscheinend ist, so war es möglich sehr reines Material für die Analysen auszuwählen.

| | I | Controlanalyse | II | Controlanalyse | Molec. Verh. I |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ = | 30.29 | 30.34 | 31.99 | 31.86 | .506 |
| $Al_2O_3$ = | 16.49 | 16.64 | 17.11 | | .161 |
| $Fe_2O_3$ = | 6.20 | 11.45 | 2.71 | 21.40 | .038 |
| $FeO$ = | 5.14 | | 1.54 | | .071 |
| $MnO$ = | Sp. | — | 0.84 | — | |
| $CaO$ = | Sp. | 1.18 | — | — | — |
| $MgO$ = | 28,65 | 28.46 | 32.91 | 32.98 | .715 (.823) |
| $H_2O$ = | 12.70 | — | 12.94 | — | .706 |
| Summa . . | 99.47 | | 100.04 | | |
| Sp. Gewicht. . | 2.718 | | 2.72 | | |

I. Grüner, derber Chlorit aus dem saussuritgabroähnlichen Granatfels von Urdakamm (c in Fig. 15); u. d. M. Lamellen von Klinochlor, feine Schuppen und Adern in Maschenstructur von dem obenbeschriebenen chrysotilähnlichen Mineral.

II. Chlorit aus Choritfels vom Urdabach zwischen Granit und Grünschiefer. Er ist grünbläulich, dicht, grosssplittrig oder etwas lamellartig mit muscheligem Bruch, bei $^1/_2$ cm. durchscheinend; u. d. M. Schuppen und Lamellen von Klinochlor.

Die beiden Analysen zeigen Chlorite aus der Klinochlorgruppe, umgefähr von der Formel $Sp_{1,5} At_2$ und nämlich: $5SiO_2 2Al_2(Fe_2)O_3$ $8Mg(Fe)O$ $7H_2O$. Die Menge $1{,}18\%$ CaO in der Controlanalyse kommt wahrscheinlich von den kleinen Granatspuren welche die Maschen enthalten. Sehr wichtig ist die Thatsache, dass der Chlorit aus den Chloritfels und der Chloritzone der Kalksilicatmuggeln magnesiareicher ist wie der von dem saussuritgabbroähnlichen Granatfels; in diesem letzteren ersetzt FeO einen Theil von MgO. Dieses Unterschied in der chemischen Zusammensetzung gibt vielleicht die Erklärung des merkwürdigen Aussehens der chrysotilähnlichen Chlorits.

## KLINOZOISIT-EPIDOT

Diese Mineralien treten spärlich auf und nur zwei- drei Vorkommnisse bekannt sind, wo sie die vorherrschenden Gemengtheile bilden.

Der Klinozoisit kommt mit dem Pyroxen besonders in den feinkörnigen grauen Gesteinen vor; er füllt die Zwischenräume des

Pyroxens aus. In diesen Gesteinen bildet er, mit freiem Auge schon wahrnehmbare, prismatische Körner; in anderen mehr oder weniger umgewandelten Pyroxeniten, ist er dem Epidot, Chlorit, Fassait und Lotrit in kleinen Nädelchen beigemischt. An den Mărghilele Cărbunelul bildet er mit dem Chlorit und Lotrit dichte Epidotfelse. Seine Farbe ist grauweiss oder etwas rötlich, u. d. M. immer farblos. In polarisiertem Lichte stellt sich dieses Mineral als kleine Säulen von positiver Länge, mit einigen Querrissen vor. Die Auslöschungsschiefe ist klein und er zeigt sehr oft eine vielmals wiederholte Zwillingslamellierung, oft so fein wie die Zwillinge nach dem Albit-Gesetz in den saueren Plagioklasen; der Auslöschungswinkel zwischen den Lamellen beträgt 15$^0$, manchmal scheint er auch etwas höher, weil man die Auslöschungsrichtung, der schwachen Doppelbrechung wegen, nicht genan feststellen kann. Die Doppelbrechung ist sehr schwach und darum treten immer die dunkelblauen Dispersionsfarben vor. Der Axenwinkel ist gross, wegen der Kleinheit der Körner unmessbar.

Der Epidot ist gewöhnlich feinkörnig von gelber oder grünlichgelber Farbe mit starken Pleochroismus: $\mathfrak{a}$=citrongelb, $\mathfrak{b}$=bräunlich, $\mathfrak{c}$=gelb. Seine Eigenschaften sind die gewöhnlichen. In manchen dichten Zoisitfels habe ich u. d. M. auch einige dunkel braunrothe Orthit körner bemerkt.

In dem Gestein, wo der Klinozoisit in besonderer Menge vorhanden ist und die ganze Grundmasse für sich bildet; scheint der Pyroxen ziemlich frisch zu sein; der Epidot hingegen ist immer von einem sehr schwach doppelbrechenden Chlorit begleitet, und bildet nur selten allein die den dann stark umgewandelten Pyroxen umgebend Grundmasse. In einem körnigen Epidotpyroxenfels von den Mărghilele Cărbunelul ist der Pyroxen fast ganz chloritisiert. Die gelben Flecken von Epidotaggregaten (Pseudomorphosen nach Plagioklas), welche in der dunklen Masse von grossen Pyroxen- platten und dunkelgrünen Chloritlamellen eingeschlossen sind, geben diesem Gesteine ein hübsches Aussehen. Die Structur des Gesteines ist grobkörnig ophitisch.

Gewiss können Klinozoisit wie Epidot als Nebenproducte bei der Umwandlung des Pyroxens entstehen, doch durften sie in dem Gestein, wo sie die Grundmasse der Pyroxenplatten bilden, und

wo der Pyroxen kaum angegriffen ist, wie auch dort wo sie eine Saussuritmischung bilden (Seite 57) (Fig. 4, Taf. II u. Fig. 20) auch aus anderen Mineralien hervorgegangen sein. In diesem Falle dient der Plagioklas als beste Erklärung für diese Neubildung, wie auch das äussere Aussehen und die Structur des Gesteines an einen Saussuritgabbro oder saussuritisierten Diabas erinnern.

## LOTRIT UND NOCH EIN FRAGLICHES MINERAL

Das Mineral, welches ich Lotrit[1]) benannt habe, befindet sich nur in den dichten Gesteinen, welche als kleinere und grössere Einschlüsse in dem Serpentin in der Nähe des Contacts an Mărghilele Cărbunelui (verg. Fig. 4 u. S. 32) vorkommen.

Er bildet allein oder mit dem Klinozoisit Hornfelse, welche durch einer Chloritzone von dem Serpentin getrennt sind; am Rand der Einschlüsse, gegen die Chlorithülle zu, herrscht manchmal der Klinozoisit vor, und nur in der Mitte des Fels entwickelt sich der Lotrit. Man findet hier auch sehr viele Muggeln, welche nur aus Klinozoisit allein oder mit Chlorit zusammengesetzt sind, besonders die dem Contacte näher gelegenen, wo mehr Epidot, Chlorit etc. sich entwickelt; einige Einschlüsse bestehen aus dem noch nicht umgewandelten Epidotchloritschiefer.

Der Lotrit kommt in grau bis dunkelgrünen, in Dünnschliffen farblosen, feinen bis 15 mm. Länge Lamellen vor. Er zeigt die schon gegebene Eigenschaften (Seite 31), und charakterisiert sich in den Durchschnitten wo die Auslöschungsschiefe $28^0$ beträgt durch eine schwache Doppelbrechung von ($\beta - \alpha$) ungefähr 0.002. Der Axenwinkel 2 V klein (höchstens $20^0$) bei positivem Charakter. In einigen Beziehungen ist der Lotrit dem Prehnit ähnlich, doch unterscheidet er sich von demselben durch die höhere Licht- und schwächere Doppelbrechung (N. = 1.67; $\gamma - \alpha$ höchstens 0.014); die Dichte und Härte des Lotrits ist viel höher; die chemische Zusammensetzung zeigt ihn auch von dem Prehnit verschieden.

[1]) Ich beschäftige mich jetzt eingehender mit diesem Mineral, da ich letzten Herbst bei einem Ausflug, welchen ich in Parîngu gemacht habe, mir viel und reineres Material verschafft habe. Die genaueren Resultate meiner Untersuchungen werde ich in nächster Zeit veröffentlichen.



Auf S.31 wurdes chon eine Analyse von diesem Minerals gegeben; aus reinerem Material habe ich in letzterer Zeit noch eine Analyse gemacht:

| | | |
|---|---|---|
| $Si\ O_2$ | = | 39.44 |
| $Al_2\ O_3$ | = | 28.33 *) |
| $Ca\ O$ | = | 22.21 |
| $Mg\ O$ | = | 3.20 |
| $Na_2\ O$ | = | 0.93 |
| $H_2\ O$ | = | 6.58 |
| Summa | = | 100.69 |

Specifisches Gewicht.. D = 3.229

*) Auch $Fe_2O_3$ dabei.

Diese Analyse zeigt keinen grossen Unterschied von der auf S.31 also die vermuthete Formel $4Si\ O_2\ 2Al_2\ O_3\ 3Ca\ (Mg)\ O_2\ 2H_2\ O$ hat grosse Wahrscheinlichkeit. Der Chlorastrolith welcher chemisch dem Lotrit näher steht, hat sich als ein unreiner Prehnit bewiesen.

In dem in Fig. 13, abgebildeten Muggel, Urdakamm, westlich von dem Fusssteig habe ich *noch ein fragliches Mineral* beobachet. In den aus der Mitte des Muggels gefertigten Dünnschliffe sieht man neben den zerfetzten Körnern von (neugebildetem ?) Pyroxen, kleine Lamellen und Stäbchen bis 1 mm. lang eines unbestimmbaren farblosen Minerals. (Fig. 6, Taf. IV).

Er zeigt deutliche Längsspaltungen und daran parallele Zwillingslamellen. Seine Lichtbrechung ist gleich oder ein wenig unter der des Diallags, also ungefähr 1.68, Die Längerichtung positiv, die Auslöschungschiefe beträgt $42^0$, Auslöschungswinkel zwischen Lamellen $c: c' = 84^0$. Die Doppelbrechung sehr schwach ungefähr $\gamma - \alpha = 0{,}006$ $\beta - \alpha = 0{,}002$, 2 V sehr klein ($10 - 15^0$) bei positivem Charakter, deutliche Dispersion, einige Durchschnitte zeigen unter gekreuzten Nicolen die graublauen Interferenznuancen. Die Durchschnitte parallel der $\gamma\ \alpha$ löschen gerade aus. Also ein monoclines Mineral mit der Orientirung $c \parallel b$ wie der Lotrit, von welchem es sich aber durch seine Auslöschungschiefe und schwache Doppelbrechung unterscheidet. Es war mir unmöglich eine Analyse zu machen, doch vermuthe ich ein dem Epidot-oder der Lotritgruppe verwandtes Mineral.

Andere Mineralien treten sehr selten auf; von ihnen sind Ilmenit, Apatit und Titanit am häufigsten.

Der Ilmenit bildet unregelmässige Körner und Skelette; man findet ihn in besonders grösserer Menge in einem Chloritfels links vom Borocióiafall und in einigen Pyroxenfelse vom Urdakamm. U. d. M. zeigt er manchmal einen durchsichtigen Kern von braunen Rutil mit starker Absorbtion; gegen den Rand und längs der Sprünge desselben tritt der undurchsichtige Ilmenit auf. Fast immer ist letzterer von einer Leucoxenzone umschlossen, manchmal ist von ihm keine Spur mehr geblieben und der so entstandene Titanit zeigt eine oder beide charakteristischen Spaltungen. Die Skelette enthalten manchmal Chloritlamellen und Apatitkörner oder sind vom Granat resp. Vesuvian ausgefüllt.

Der Titanit kommt gewöhnlich als Flecken (Pseudomorphose nach Ilmenit) vor, sehr selten nimmt er krystallographische Form an. Er ist trüb, wegen der vielen Sprünge, etwas bräunlich gefärbt, hie und da pleochroitisch, und zeigt manchmal die vollkommene Spaltbarkeit nach den gewöhnlichen zwei Richtungen.

Der Zirkon wurde nur in einigen Handstücken und nur mikroskopisch beobachtet (in denselben, in welchem der Rutil enthalten war). Er kommt in kleinen vireckigen oder sechseckigen Durchschnitten wie auch in unregelmässigen Körnern vor, einige als Einschlüsse in Pyroxen, und wurde auf Grund seiner optischen Eigenschaften sicher festgestellt.

Ein gewöhnlicher Begleiter des Ilmenits ist der Apatit, welcher bis 8 mm. grosse Krystalle bildet. Seine prismatischen Schnitte zeigen einige Querrisse und eine deutliche Spaltbarkeit dem Prisma parallel. Er ist gewöhnlich zerbrochen, gebogen und bietet optische Anomalien dar.

Der Magnetit bildet Reihen zwischen den Spaltungen des Pyroxens, wobei zu bemerken ist, dass er bei der Serpentinisierung im entstehenden Antigorit erhalten bleibt, während er bei den anderen Umwandlungen resorbirt wird. In der Granat- Vesuviangrundmasse ist der Magnetit gewöhnlich in Hematit umgewandelt.

Endlich wurde Kalkspath in einigen Dünnschliffen beobachtet, Er entsteht als Verwitterungs-Product des Diallags, bildet feine Plättchen zwischen den Spaltungen desselben oder Nester in den Hohlräumen. Als gesteinbildendes Mineral findet man ihn nirgends, nicht einmal in den dichten Hornfelse. Er zeigt die gewöhnlichen Charaktere.

## 4. Mikroskopische Beschaffenheit

Unter den Kalksilicatfelse, welche hier in Betracht kommen, ist einer der interessantesten, das saussuritgabbro ähnliche Gestein, dessen Aussehen schon oben geschildert wurde (Seite 44, Fig. 15), hier aber nochmals des Zusammenhangs halber angeführt werden mag. In einer dichten, splittrigen, weissen Grundmasse liegen zahlreiche grosse, hellgrüne, eckige aus Pyroxen und dunkelgrüne, lappige aus Chlorit bestehende Flecken. Die Mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die weisse Grundmasse vorherrschend aus Grossular, Vesuvian und Chlorit zusammengesetzt ist. Der Vesuvian und der Granat kommen als Mikroliten oder kleine Körner vor, welche isoliert in dem Chlorit tauchen, oder bilden Haufen von Körner oder grösseren Lappen und Flecken, welche die Zwischenräume des Diallags ausfüllen; der Chlorit bildet ebenfalls nur hie und da scharfe vieleckige Flecken. Der Grossular herrscht mehr im Kern des Muggels, Vesuvian mehr gegen die chloritreiche Randzone vor. Der Pyroxen bildet grössere Individuen, selten mit einer krystallographischen Form und regelmässigen Umrissen, gewöhnlich zackig, lappig, gebogen, zerspaltet und zerbrochen theilweise umgewandelt und am Rande zerfressen (Fig. 21). Die dichte Grundmasse löst denselben oft randlich auf, oder frisst sich durch die Spaltungen, in das Innere der Krystalle und Sprünge, als eckige oder krummen Buchten, hinein so dass man eine almählige Umwandlung des Pyroxens in das lichte Agregat der thonerdereichen Silicaten verfolgen kann. Das Product der Umwandlung des Diallags besteht immer aus einer Mischung von Chlorit und Granat oder Vesuvian, in einer solchen Anordnung welche an den Diallag mit seinen Spaltungen erinnert. Im Gegentheil unterscheidet sich davon die Mischung der Grundmasse. Man findet entweder grosse Lappen von Granat resp. Vesuvian oder eine Mischung von diesen und sehr feinschuppigen Chlorit, aber in einer wirren Anordnung. Diese Erscheinung gibt uns die Möglichkeit die poikilitische Durchwachsung und die Conturen der gewesenen Gemengtheile auch in den stark umgewandelten Gesteinen wahrzunehmen. Und zwar sieht man in den noch erhaltenen wie auch in den umgewandelten Diallaglamellen ganz charakteristische Nester, mit regelmässigen scharfen Conturen (Fig. 18),

welche aus einer einheitlichen Granatmasse, oder aus Granat mit wenigen feinen Chloritschuppen bestehen. Im Vergleich mit den Diallag- und Bronzitresten des Serpentin, welche auch eine poikilitische Durchwachsung zeigen sollen, nach der Form dieser eingeschlossenen Körner, wie auch aus den bekannten theoretischen Gründen, die durchdringenden Körner von einem Olivin gewesen sein. Sehr oft sehen wir die Granat- oder Vesuviangrundmasse in dem Diallag mit regelmässigen den Nestern ähnlichen Formen hineingreifend; ausserdem finden wir in der gewöhnlichen Mischung von Granat-Vesuvian und Chlorit, scharfe drei-, vier-, sechs- oder achteckige Chloritflecken mit sehr wenigem oder keinem Granat und Vesuvian, wo der Chlorit die schon beschriebene Maschenstructur darstell. Alle diese Erscheinungen lassen uns auf die ehemalige Anwesenheit des Olivins in den grobkörnigen gefleckten Granat-Vesuvianfelsen schliessen. Jedoch ist hier zu bemerken, dass sich in einigen solchen Nestern noch Reste eines Diallags vorfinden, (Fig. 20) und was sehr wichtig ist, in einigen grösseren Diallaglamellen einige idiomorphe Körner von Diallag, mit ähnlichen Umrissen wie die Nester sich befinden.

Noch eine Erscheinung der Umwandlungsproducte ist die schon am Granat (S. 57) beschriebene: Eine innige Mischung von Epidot, Zoisit, Granat, Vesuvian, Fassait und ein fast isotropen Chlorit in ganz formlosen Haufen erfüllen die Lücken zwischen Diallag und dichten Granat- und Vesuvianflecken (Fig. 4, Taf. II). Das deutet gewiss den Plagioklas an, und wenn der letztere nicht immer ganz scharf hervortritt, ist es leicht anzunehmen, dass bei diesen tiefen Umwandlungen der so zersetzungsfähige Olivin und Plagioclas gleichzeitig der Umwandlung in Chlorit, Granat, Vesuvian etc. unterlegen sind, was auch die chemischen Processe erfordern und erklären.

Gegen die chloritreiche Randzone wird die Umbildung des Diallags mehr und mehr von einer Serpentinisierung ersetzt, und es findet sich hier eine innige Mischung von Chlorit und Antigorit, welche leicht namentlich durch ihre Interferenzfarben sich unterscheiden lassen (Fig. 5, Taf. II). Auch in den umgewandelten Pyroxenlamellen sind diese Mineralien beisammen; der Chlorit füllt in feinen Schuppen die Sprünge des Antigorits aus, oder es alter-

nieren Streifen von Antigorit mit solchen von Chlorit in einer und derselben Lamelle (untere Hälfte Fig. 5, Taf. II die hellen Streifen sind Antigorit).

Der Serpentin der Muggelhülle ist ein Antigoritserpentin mit einzelnen grösseren gelblichgrünen Antigoritlamellen. U. d. M. sieht man in der dichten Masse auch Chrysotiladern und an einigen Stellen ist sogar eine eigentliche Maschenstructur vorhanden.

Die meisten der feinkörnigen Gesteine zeigen u. d. M. dieselbe Beschaffenheit in kleinerem Maasstabe (Fig. 5, Taf. IV), aber viel deutlicher: Pyroxene in verschiedenen Stadien der Umwandlung sind in einer feinkörnige Granatvesuvianmasse eingesprengt. Der Pyroxen ist gewöhnlich der Diallag der körnigen Gesteine; manchmal tritt er in etwas grössere idiomorphe Körner mit den dem Augit charakteristischen Sprüngen auf. Der Granat kommt in kleinen, rosarothen oder farblosen Körnern vor; die grösseren zeigen eine Andeutung von regelmässiger Form sowie von optischen Anomalien. Vesuvian kommt in kleinen Mikroliten und grösseren Säulen und Körnern vor; er hat immer charakteristische Quersprünge und öfters zeigt er optische Anomalien; selbst die Mikroliten zeigen die dunkelgelben Interferenzfarben. Dazu kommen einige Körner von Klinozoisit und Epidot, viel reicher längs der Klüfte. Der Chlorit bildet auch hier Nester oder grössere Flecken und Adern, in welchen Fällen seine Schuppen etwas grösser sind, und auch schöne Fächer und Sphärolithe mit einer zonaren Structur, wo die verschiedenen doppelbrechenden Zonen concentrisch sind. Manchmal bilden der Chlorit und der neugebildete Fassait das ganze Gestein. Magnetit, Ilmenit mit Leucoxen, Apatit und Hematit sind accessorisch mehr vorhanden wie in den grobkörnigen Felse.

In einigen und zwar meist dichteren Abarten sind abweichende Erscheinungen zu beobachten. Besonders instructiv sind die Vorkommnisse wie der mehrmahl erwähnte Muggel (Fig. 13) von Urdakamm westlich von dem Fusssteig, dessen Centrum ein graugrünes feinkörniges Gestein einnimmt, das gegen den Rand zu immer dichter wird.

U. d. M. erkennt man zerfetzte Körner von (neugebildetem?) Pyroxen, kleine Lamellen und Säulen von einem fraglichen Mineral

(S. 68), kleine Körner von Klinozoisit, Schuppen von einem fast isotroper Chlorit und sehr viele kleine Titanitflecken.

Diese an sich schon stark umgewandelte Bildung erleidet gegen die Randzone zu weitere Modification. Zuerst erscheinen kleine Stäbchen von isotropem Granat (eine Granatisierung der kleinen unbekanten Stäbchen?) und der Dünnschliff zeigt eine sehr dichte Masse von trüben Diallagfetzen, welche mehr und mehr verschwinden, und pseudomorphen Granatstäbchen, daneben sehr wenig Chlorit. Der Granat ist ganz isotrop und farblos.

In denselben dichtstruirten Gesteine findet sich weiter schart begrentzte Pseudomorphosen von Grossular mit Chloritnestern nach einem unbekannten Mineral (Fig. 1, 2, 3 Taf. IV) aus welchem keine deutliche Spur übriggeblieben ist (wir haben in unseren Dünnschlieffe 18 Individuen getroffen). Diese Einsprenglinge sind bis 10 mm. lang und zeigen sehr scharfe sechseckige oder viereckige Conturen, welche an die Durchwachsungen des Diallags aus den körnigen Gesteinen (Fig. 17 u 18) erinnern; einzelne sind offenbar aus Zwillingen hervorgegangen (Fig. 1, Taf. IV). Wie die Abbildungen zeigen, bestehen diese Pseudomorphosen aus einem randlichen Band und schmalen unter charakteristischen Winkeln sich durchschneidenden Adern von farblosem Granat, deren Maschen von schuppigem Chlorit ausgefüllt sind. Die Adern scheinen eine Spaltbarkeit des ursprünglichem Minerals anzudeuten. Daneben treten noch winzige Schuppen eines diopsidartigen Pyroxens auf, welcher wahrscheinlich eine Neubildung ist. Ihrer Form und ihrem Vorkommen nach können für diese Pseudomorphosen mehrere Ursprungsmineralien in Betracht kommen: Plagioklas, Pyroxen und Olivin. An sich ist in solchen Gesteinen eine Porphyrstructur die hier so deutlich hervortritt nicht gerade häufig und ein sicherer Schluss auf das Mineral, welches in Einsprenglinge auftreten konnte, nicht möglich. Plagioklas wurde in diesen dichten Gesteinen nur vermuthet, und die idiomorphe Gestalt der Pseudomorphosen spricht kaum für dieses Mineral; für Olivin sind die Reste der Spaltbarkeit zu deutlich, und die Erscheinung als Zwilling nicht ganz frequent; doch die Form und die Zusammensetzung dieser Einsprenglinge ist den Nestern ähnlich, welche wir in den Diallaglamellen der körnigen Gesteine

beobachten haben (vergl. Fig. 18). Die Pyroxenen wurden selten in gut ausgebildeten Krystallen gefunden und ausserdem sind einige zunächstliegende Körner von Diallag (Fig. 2, Taf. IV) völlig erhalten geblieben. Der Olivin hat theoretisch die grösste Wahrscheinlichkeit, doch soll man hier die Erscheinung des Pyroxens in den Kongadiabas in Reinig-Lake-Gebiet (vergl. S. 105) und besonders die Ähnlichkeit dieser Einsprenglinge mit den poikilitischen Diallagkörner, welche man in einen Diallagen aus Granatfelse beobachtet hat nicht vergessen. Eine Verwandtschaft dieser Einsprenglingen mit dem fraglichen Mineral ist auch möglich.

In den letzten Kalksilicatfelse nimmt der Pyroxen ein merkwürdiges Aussehen an (Fig. 3). Er findet sich in sehr kleinen Schuppen mit undulöser Auslöschung oder bilden sich aus ihm Fächer und Sphäroliten, welche in polarisirtem Lichte ein um ca 40$^0$ gegen das Fadenkreuz gedrehtes schwarzes Kreuz aufweisen; manchmal sind die Fasern und Schuppen gebogen und das entstandene Kreuz zeigt dann gebogene Balken. Gewiss sind die frischen Schuppen und Fächer von einem neugebildeten Pyroxen, vielleicht der mehrmal erwähnte Fassait, weil man noch Reste von den umgewandelten Diallag vorfindet. Manchmal findet sich der Pyroxen um den Granat herum und nimmt ein kelyphitähnliches Aussehen.

Diese dichten Kalksilicatfelse zeigen die mikrolitische Structur der gewöhnlichen Hornfelse. Feine Körner von Granat, Schuppen von Pyroxen, etwas Titanit, Zircon, Magnetit etc., bilden eine sehr dichte Masse von vielen breiteren und schmäleren Pyroxen- und Granatadern durchsetzt. In diesen Varietäten scheint der Granat manchmal als feine Mikroliten, Stäbchen wie in den feinkörnigen Felse; gwöhnlich findet er sich in keinem genetischen Zusammenhang mit dem Pyroxen aber vielleicht mit dem fraglichen Mineral. Er ist mit dem Pyroxenschuppen gemischt und scheint in der Grundmasse wie in Adern gleichzeitig zu entstehen. Die Pyroxen- u. Granatadern durchkreuzen sich und werden dann auf eine kleine Strecke reicher in Granat respectiv Pyroxen (Fig. 1, P. III). Wenn die Pyroxenadern eine idiomorphe Pseudomorphose durchdringen, dann granatisieren sie sich (Fig. 4, Taf. III). Eine bezeichnende Erscheinung zeigen die Pyroxenadern (Fig. 4, 5, Taf. III): sie sind so lange sie in dem Pyroxen-Granatfels bleiben sehr frisch, aber sobald sie

in den Serpentin hinübertreten, ist ihre Fortsetzung, die sehr deutlich wahrnehmbar ist, in eine Ader von reinem, magnetit freien Antigorit hie und da mit Chlorit-Blättchen gemiseht umgewandelt. An der Grenze beider Gesteine gibt es Pyroxenschuppen, welche theilweise serpentinisiert, theilweise noch sehr frisch sind. Die Granat-Adern setzen sich nicht in der Serpentinmasse fort, sie schneiden an der Grenze zwischen Serpentin und Pyroxengranatfels ab (Fig. 5, Taf. III) als ob sie in Serpentinmasse aufgelöst wurden. Also waren diese Adern von Pyroxen und Granat wie die Granatfelsen selbst schon in dem ursprünglichen Gestein vor der Serpentinisierung vorhanden. Bemerkenswerth ist die Structur und die mineralogische Zusammensetzung dieser dichten Gesteine; sie sind charakteristisch für der Metamorphismus der Contactzone der Tiefengesteine, wie auch für das der verschiedenen Einschlüsse in den Tiefen- und Efussivgesteinen.

Einige Adern sind zusammengesetzt-faserige Aggregate eines Pyroxens (Fassait?), welcher quer zur Richtung des Ganges steht, und Partien von einem derben optisch anormalen Granat; sie setzen den Gang in wechselnder Menge zusammen und geben den Eindruck als ob einer Neubildung nach dem anderen wäre. Man findet diesen Diopsid auch längs der früheren Klüfte, und wenn eine solche die Einsprenglinge durchgeht, so bildet sich Diopsid auf Kosten der Einsprenglinge (Fig. 6, Taf. II) was chemische Processe in den Klüften durch Flüssigkeiten und Dämpfen andeuten. Wieder in anderen Adern beobachtet man neben dem Pyroxen Klinozoisit und Epidot. Es gibt auch Adern nur aus diesen letzteren zusammengesetzt. Alle diese Erscheinungen zeigen deutlich die Entstehung dieser Mineralien durch mineralbildende Wässer und Dämpfe in den durch die Wirkung der höheren Temperatur in dem Gestein entstandenen Klüften, während der Zeit des Metamorphismus dieser Einschlüsse.

Gegen die Grenze mit dem Serpentin werden diese Gesteine immer dichter, schliesslich ganz hornfelsartig mit vereinzelten grauen Einsprenglingen. Die Grenze mit dem schwarzen dichten Serpentin ist manchmal sehr scharf, manchmal diffus; der Serpentin sendet viele schwarze Adern in dem Pyroxengranatfels hinein.

Der braune Serpentin besteht aus sehr feinen Antigoritschuppen; er ist u. d. M. schwach grünlich und sehr reich an Magnetit. Dem

Antigorit ist viel Chlorit beigemischt und die Chloritflecken deuten sehr oft die Conturen der Einsprenglinge der dichten Granatfelse an.

Die mikroskopische Untersuchung bestätigt also folgende Thatsachen:

a) Für die körnigen Gesteine:

1) Den Gang der wichtigen Umwandlungen des Pyroxens, in Granat, Vesuvian, Klinochlor etc. zu echten Pseudomorphosen.

2) Vermuthung des Olivins und Plagioklases, auf die Form, die Structur und die Verschiedenheit der Producte begründet.

3) Wiederherstellung einiger grob- bis feinkörnigen Gesteine von der Familie der Gabbros und Diabasen.

4) Einen innigen Zusammenhang als Structur, Mineralien und Umwandlungen zwischen den fein und grobkörnigen auch dichten Gesteinen.

b) Für die dichten Gesteine:

1) Aehnlichkeit der Structur mit den gewöhnlichen Hornfelse und umgewandelten Einschlüsse in den eruptiven Gesteinen.

2) Die mineralogische Zusammensetzung bestätigt auch diese Aehnlichkeit.

3. Anwesenheit von Granatpseudomorphosen nach den idiomorphen unbekannten Minerale.

4) Anwesenheit der Granat-Pyroxenadern und der Granatfelsen vor der Serpentinisierung des Lherzolits, also

5) Osmotischer Metamorphismus der Einschlüsse von Nebengesteinen in dem Lherzolit.

## 5. Die Mineralien der Klüfte.

Zahlreich sind die Vorkommnisse der Kalksilicatfelse im *Parîngu* und dieselben weisen oft eine massenhafte Anhäufung der einzelnen charakteristischen Mineralien auf, wie sie auch von sehr zahlreichen kleinen Silicat-Adern durchsetzt werden. Die Adern, welche schon oben beschrieben wurden (S. 75) sind verschieden breit und haben nur hie und da Hohlräume, wo die Mineralien frei ausgebildet sein können. Vorkommnisse aber, in welchen die einzelnen Mineralien der Klüfte, etwas besser ausgebildet sind, wurden recht selten gefunden; die meisten sind in den feinkörnigen

Kalksilicatfelse und nur selten wurden einige Hohlräume in den gefleckten Gesteinen und Chloritfelsen getroffe.

Vorherrschend ist die gewöhnliche Paragenesis solcher Lagerstätten wie sie auch am *Gross- Venediger*, *Zillerthaler-*, *Central- u. West-Alpen*, *Piemont*, *Ural*, *Insel Elba* etc. sich verfolgen lässt, nämlich: Diopsid, Granat, Klinochlor, Vesuvian, Apatit, Ilmenit, etc. Ich habe schon erwähnt, dass der Diopsid gewöhnlich den Granat begleitet, während der Klinochlor meist mit dem Vesuvian zusammenkommt. Es gibt aber auch Adern, welche nur aus einem einzigen Mineral bestehen und zwar findet man die Vesuvian-Adern meistens in dem Chloritfels, während der dichte Granatfels gewöhnlich nur rosarothe bis dunkelrothe Granatadern zeigt. Sehr oft beobachtet man makroskoisch wie auch mikroskopisch, dass die Mineralien der Klüfte, namentlich der Diopsid, die Fortwachsung der im Gestein selbst befindenden Krystalle sind.

Der Diopsid wurde in gut ausgebildeten, nur kleinen, bis 3 mm. lange Krystallen beobachtet; er ist durchsichtig, farblos, in den grösseren Krystallen schwach grünlich und erinnert sehr an das Vorkommen von der *Mussa Alpe*. Er zeigt neben den gewöhnlichen drei Endflächen verschiedene Prismen sowie (111) und (021). Im Dünnschliffe ist er farblos und zeigt die drei Spaltungen; die Auslöschungschiefe beträgt $40^0$.

In den Klüften erscheinen öfters derbe Massen von rötlichem Granat, welche die Spaltbarkeit des Diopsids noch recht deutlich erkennen lassen und die man wohl nur als Pseudomorphosen nach diesem Mineral auffassen kann. Auf den Massen sitzen manchmal die durchsichtigen Krystalle des Granats auf.

Der Granat, ein eigentlicher Hessonit, bildet gelbe, rothe oder dunkelrothe Krystalle bis $^1/_2$ cm. Grösse. Er zeigt vorherrschend das Dodekaeder, dessen Kanten durch das gestreifte, manchmal stark entwickelte, Ikositetraeder abgestumpft sind; daneben wurden an einigen Krystallen sehr kleine Flächen des Pyramidenwürfels (305) beobachtet. Im Dünnschliffe ist derselbe rosaroth oder bräunlich gefärbt; im polarisierten Lichte zeigt er immer optische Anomalien mit charakteristischer Feldertheilung. Die Analyse ergibt die Zusammensetzung eines Kalkthoneisen-Granat wie der von *Insel Elba*, *Alathal* etc:

| | | |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | = | 38.89 |
| $TiO_2$ | = | Sp. |
| $Al_2O_3$ | = | 13.57 |
| $Fe_2O_3$ | = | 9.78 |
| FeO | = | 1.01 |
| CaO | = | 36.34 |
| MnO | = | 0.22 |
| MgO | = | 0.52 |
| Glühverlust | = | 0.65 |
| Summa | | 100.98 |

Der Vesuvian ist hier theils gelbgrün, theils braun. Der erstere bildet Säulen bis 15 mm. Länge; ihre Ausbildung ist ziemlich mangelhaft. Er zeigt gewöhnlich mehrere Prismen, und die primären Pyramiden nebst der Basis. Die braunrothe Varietät bildet gewöhnlich in Nestern oder Adern säulenförmige, den Wänden quer liegende, Aggregate. Eine Analyse von diesem braunrothen Vesuvian zeigt merkwürdigerweise nicht viel Unterschied von der gelben Varietaet (S. 60); er ist nur etwas manganreicher wie der gelbe:

| | | |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | = | 37.48 |
| $TiO^2$ | = | 0.26 |
| $Al_2O_3$ | = | 15.72 |
| $Fe_2O_3$ | = | 5.89 |
| FeO | = | 1.30 |
| MnO | = | 0.68 |
| CaO | = | 32.19 |
| MgO | = | 3.75*) |
| Glühverlust | = | 2.71 |
| | | 100.00 |

Beide Abarten zeigen optische Anomalien, die braunrothe weniger wie die gelbe; die letztere zeigt, ausser den manchmal viel complicirten Sectoren, auch immer die anomalen dunkelgelben manchmal mit den violetten wechselnden Interferenzfarben. Der braunrothe Vesuvian besitzt diese Erscheinung in sehr geringem

*) Durch Differenz berechnet.

Maasse und nur in einzelnen Tönen; er ist dagegen kräftiger doppelbrechend. Im Dünnschliffe ist er schwach braungefärbt und pleochroitisch, ω=rosaroth, ε=etwas bräunlich, und zeigt gewöhnlich zonare Krystalle wobei die inneren Schichten stärker doppelbrechend sind. Die Vesuviankrystalle bestätigen die Behauptung dass die mechanische Thätigkeit noch in der Zeit der hydrochemischen Processe fortdauerte. Zwar finden wir sehr oft die Vesuviankrystalle der Klüften zerbrochen und durch eine andere Vesuviansubstanz wieder verkittet, oder nur theilweise fortgewachsen (Fig. 3, Taf. III). Die jüngere Vesuviansubstantz unterscheidet sich durch ihre schwächere Doppelbrechung.

Der Klinochlor bildet sechseckige Tafeln oder wurmförmige bis 1 cm. grosse Bildungen, von dunkelgrüner Farbe. U. d. M. zeigt er deutlichen Pleochroismus, ist sehr oft fast einaxig und positiv bei gewöhnlicher Doppelbrechung. Manchmal sind die Blätter so regelmässig verwachsen, dass sie den Eindruck echter Zwillinge machen, in dem zwei eigentliche Individuen unter schiefem Winkel aber mit scharfer Fläche aneinander stossen. Sie erinnern an die federfahnähnlichen Antigoritbildungen, nur die Blätter sind hier in viel kleinerem Winkel ($36^0$) geneigt.

Von weiteren Mineralien sind noch zu erwähnen: Ilmenit ziemlich viel in den chloritreicheren Gängen. Er kommt in Körner vor und ist gewöhnlich im Titanomorphit umgewandelt. Zuweilen tritt Apatit mit dem Ilmenit und Chlorit in den Gängen auf, welche den Chloritvesuvianfels durchsetzen. Epidot und Klinozoisit obwohl sie nicht ganz häufig vorkommen, bilden doch manchmal für sich bis $^1/_2$ cm. breite Adern; nur in einem Hohlraum habe ich einige bis 1 cm. lang Epidotkrystalle gefunden. Sie sind nicht ganz gut ausgebildet, doch kann man leicht die gewöhnliche Combination erkennen.

Nach der Art des Vorkommens, nach den chemischen Analysen so wie nach den optischen Eigenschaften kann man die Continuität und fast die Identität der gesteinsbildenden Gemengtheile mit den Mineralien der Klüfte feststellen. (Es ist zu erwähnen, dass nur der Granat der Klüfte etwas eisenreicher ist). Also geht die Entstehung dieser Mineralien ziemlich unter denselben Bedingungen vor sich.

## 6. Chemische Betrachtungen.

### A) UMWANDLUNGEN.

In den obigen Gesteinen spielen die Umwandlungsprocesse eine sehr wichtige Rolle, und ich habe schon bei der Beschreibung der Mineralien die verschiedenen Umwandlungen erwähnt. An dieser Stelle sollen alle diese Umwandlungen von chemischem Standpunkte aus betrachtet werden; in Allgemeinem wurden dieselben Processe beobachtet, welche einerseits bei der Serpentinisierung der Peridotite, anderseits in den Saussuritgabbros sowie in den Diabasen an getroffen sind, und zwar:

*1. Umwandlung des Olivins.* Dass der Olivin ursprünglich ein ziemlich hervorragender Gemengtheil nicht nur der jetzt in Form des Serpentins vorliegenden Gesteine war, sondern auch in grösserer Menge an dem Bestand der Muggeln und Butzen von Kalksilicatfels theilnahm, ist aus vielen Anzeichen mit Sicherheit zu entnehmen.

Erhaltene Reste von Olivin in dem Serpentin sind allerdings ganz verschwindend, aber die Erscheinung und die charakteristische Structur der Hauptmasse unserer Serpentine lässt auf denselben als ursprüngliches Mineral schliessen. Der Olivin erweisst sich überall als der am leichtesten zerstörbare Bestandtheil peridotitischer Gesteine, welcher dem Umwandlungsprocessm um vieles rascher verfällt als z. B. die Pyroxene; die zahlreichen Reste der letzteren Mineralien, welche allenthalben in diesem Gesteine beobachtet wurden, dürfen in der Hauptsache nicht mit ihrem Ueberwiegen in den ursprünglichen Gestein im Zusammenhange gebracht werden, sondern vielmehr mit der grösseren Wiederstandsfähigkeit, welche sie besitzen. Wir dürfen somit annehmen, dass nicht nur in dem Serpentin selbst die Umwandlung von Olivin in grossem Maasse sich vollzogen hat, sondern dass auch Umwandlungen in Aggregaten von Chlorit, Granat und Vesuvian aus dem Mineral hervorgegangen sind. Wir finden ja hin und wieder in Kalksilicatfelse Andeutungen eigentlicher Maschenstructur in typischer Ausbildung, in welcher die Kalkthonsilicate bald als Ausfüllung der Maschen — in den Chloritflecken des körnigen Fels, — bald als Netzwerk zwischen Chloritflecken — in den Einsprenglingen der dichten Fels, — erscheint. Die scharf begrenzten Flecken von Chlorit, die Durchsetzung des Diallags von verschied-

enen idiomorphen Körnern, vielleicht auch die idiomorphen Einsprenglinge in den dichten Gesteinen, müsesn grösstentheils dem Olivin gehört haben, was schon für viele basische Gesteine ausgesprochen wurde.

In den Peridotiten vom *Stubachthal* und anderen Fundorten der *Hohen Tauern* fand WEINSCHENK[1]) einen rothen Granat undgrünen Vesuvian, welche die dichte muschelige Grundmasse der Einsprenglinge von Diallag bilden. Er schätzt den grössten Theil dieses Granats und Vesuvians auf Kosten des Serpentins (Olivins) durch die pneumatolitische und pneumatohydatogene Wirkung gebildet.

Die Umwandlung des Olivins in Granat lässt sich aber klar in den Allaliniten von *Wallis* verfolgen, in welchen SCHÄFER[2]) noch erhaltene Olivinkörner antraf, aus denen hauptsächlich dort Granat und Talk entsteht, wo der Olivin in Berührung mit dem Plagioklas kommt. Aehnliche Verhältnisse beschreibt ARTINI u. MELZI[3]) in Gabri granatiferi von *Valsesia*. ROSENBUSCH[4]) stellte diese Erscheinung in einer chemischen Gleichung und erklärt die Reaktion als ein Effect der dynamometamorphen Beeinflussung dem BECKE-schen Gesetz gemäss.

Unsere körnigen Gesteine, welche die grösste Aehnlichkeit mit den Allaliniten und andere Saussuritgabbros darbieten, was man in der schon bis hier gegebenen Beschreibung erkennen konnte, haben aber die Natur des Umwandlungsproductes eigen. Sie zeigen als neugebildete Gemengtheile: Chlorit, Granat, Vesuvian, etwas Epidot, Fassait etc., aber keine Spur von Talk und Amphibol, welche in Allaliniten und andere Saussuritgabbros sehr oft hervortreten. Dieselben neuentstandenen Gemengtheile habe ich auch in anderen ähnlichen Gesteinen von verschiedenen Fundorten wie: *Wurlitz*, *Insel Elba*, *Piz Longhin*, *Slataust-Bezirk* etc. constatiert; also ist diese Erscheinung keine lokale. In allen diesen Gesteinen sieht man noch deutlich den Diallag im Gang der Umwandlung zu einer solchen Mischung von Mineralien, aber man kann nicht die ganze Grundmasse nur auf Kosten des Diallags berechnen: der Diallag ist zu arm in Thonerde um dieses Complexus

[1]) E. WEINSCHENK. Ueber die Peridotite etc. des Gross Venedigerstockes; l. c.
[2]) W. R. SCHÄFER. Ueber die metamorphen Gabbrogesteine des Allalingebietes in Wallis etc. Tsch. Miner. und petrographische Mittheilungen XV S. 108, 110 etc.
[3]) E ARTINI e G. MELZI. Ricerche petrografiche e geologiche sulla Valsesia. Milano 1900.
[4]) ROSENBUSCH. Elemente der Gesteinslehre. S. 116.

entstehen zu lassen, und ausserdem ist die Structur und das Vorkommen dieses Complexus ganz verschieden von denen, welche die umgewandelten Lamellen zeigen. Die Entstehung des Chlorits verlangt viel Magnesia und Wasser, der Granat und Vesuvian braucht Kalk und Thonerde, darum vermuthet WEINSCHENK für diese Bildung in den Klüften des Serpentins von den östlichen Central-Alpen, Magnesia- Thonerde- und Kalk-führende Lösungen. In der Beschreibung unserer Gesteine haben wir mehrere Gründe erwähnt, welche mineralienbildende Wässer in ehemaligen Klüften bestätigen, und gewiss müssen in diesem Falle Zufuhr und Wegfuhr von Substanzen bei den Umwandlungen in Betracht gezogen werden.

Doch, ausser den mannigfaltigen Erscheinungen welche die Anwesenheit des Olivins und Plagioclas andeuten, ausser dem Vergleich mit den Allaliniten, erleichtert die Annahme des ehemaligen Olivins und Plagioclas das Problem der Umwandlung und die chemischen Processe stellen sich viel einfacher vor. Die chemische Zusammensetzung der Gesteine zeigt schon einen höheren Magnesiagehalt als dies für Gabbrogesteine gewöhnlich ist. Für die Umwandlung soll man nur eine Zufuhr von Kalk vermuthen, was auch durch anderen Betrachtungen möglich und bestätigt ist (vergl. S. 90). Wenn wir die chemische Zusammensetzung der betreffenden Mineralien nach unseren Analysen betrachten, dann können wir schematisch die folgenden zwei Gleichungen feststellen.

$$\text{I.}\quad 5\,\underset{\text{Olivin}}{(\overset{II}{Fe})Mg_2SiO_4} + 5\,\underset{\text{Anorthit}}{CaAl_2Si_2O_8} + 5\,CaCO_3 + 9\,H_2O =$$

$$\underset{\text{Vesuvian}}{H_4(\overset{II}{Fe})Mg_2Ca_{10}(\overset{III}{Fe})Al_6Si_{10}O_{43}} + \underset{\text{Klinochlor}}{H_{14}(\overset{II}{Fe})Mg_8(\overset{III}{Fe})Al_4Si_5O_{31}} + 5\,CO_2$$

$$\text{II.}\quad 4\,\underset{\text{Olivin}}{(\overset{II}{Fe})Mg_2SiO_4} + 3\,\underset{\text{Anorthit}}{CaAl_2Si_2O_8} + 7\,H_2O =$$

$$\underset{\text{Grossular}}{Ca_3Al_2Si_3O_{12}} + \underset{\text{Klinochlor.}}{H_{14}(\overset{II}{Fe})Mg_8(\overset{III}{Fe})Al_4Si_5O_{31}} + {}_2SiO_2.$$

Die freie Kieselsäure wird bei der Umwandlung des Ilmenits- und Rutils in T i t a n o m o r p h i t verbraucht. Die Anwesenheit der Eisens in Vesuvian und Klinochlor deutet wie gewöhnlich in diesen Gesteinen einen eisenhaltigen Olivin; die Uebersetzung des zweiwertigen Eisens in dem dreiwertigen zeigt den Verbrauch des Sau-

erstoffs und die Reaction stellt sich gewiss etwas complicirter vor.

2. *Umwandlung der Pyroxene.*

a) Der Bronzit geht in Antigorit über, welcher die ursprüngliche Form des Minerals noch deutlich erkennen lässt, doch ist nicht möglich überall festzustellen, ob das Ursprungsmineral der Bastitlamellen rhombischer oder monokliner Pyroxen war.

b) Der Diallag. In den Kalksilicatfelsen sind die Veränderungen des Diallags wie oben beschrieben wurde mannigfaltiger aber viel deutlicher. Ausser der einfachen Bildung des Antigorits als grosse, porphyrartige Lamellen in der dichten Grundmasse der Serpentinhülle, ausser der Bildung der etwas complicierteren aus Antigorit- und Chlorit- zusammengesetzten Lamellen in der Chloritzone der Muggeln, lassen sich in zahlreichen Fällen vom Diallag ausgehend noch compliciertere Bildungen: Aggregate von Grossular, Vesuvian (Klinozoisit und Epidot), Klinochlor und Fassait, die so wechselnde Verhältnisse aufweisen, in allen Stadie der Umwandlung mit Sicherheit verfolgen.

Einige von diesen Umwandlungen wurden schon mehrmal an den Diallagen der Gabbros, Diabasen, Peridotiten, wie an Pyroxenen verschiedener Fundorte beobachtet[1]). In den ersteren, beim Diallag so wie beim Olivin, wird die Umwandlung deutlicher und intensiver an der Berührung mit dem Plagioklas erkennbar, und in unseren Dünnschliffen finden wir auch den Rand der Pyroxenreste gegen den vermutheten Plagioklas zu so zerfressen, dass der Beitrag von Pyroxensubstanz an dem neugebildeten Product deutlich sich vorstellt. In der Gleichung, welche Rosenbusch für den Olivin etc. zusammengestellt hat, hat er auch den Pyroxen hingestellt, also soll diese Umwandlung auch durch dynamometamorphische Beeinflussung hervorgebracht sein.

In unseren Gesteinen tritt aber neben einer Granatisierung auch eine Vesuvianisierung des Pyroxens ein, was den chemischen Process etwas complicierter vorstellt. Der Vesuvian bildet sich mehr in den chloritreicheren Zonen, während der Granat sich in Centrum der Muggeln concentriert. Der erste kommt gewöhnlich nur in den ganz veränderten Diallaglamellen vor (Fig. 1, 2, Taf. II),

[1]) Sehe die Arbeiten von Jeremiew, Michael, Weinschenk, Berwerth, Schäfer, Pelikan, Artini und Melzi etc. in dem dritten Capitel.

während an den theilweis umgewandelten Lamellen nur etwas Granat und wenig Chlorit wahrnehmbar ist. Man sieht sehr oft einen Beginn von Granatisierung längs der Spaltungen und Sprünge (Fig. 4, Taf. I) (wie bei der Serpentinisierung des Olivins), und besonders interessant ist es, dass die Pyroxenkrystalle der Adern, wenn sie einer Umwandlung unterliegen, sich hauptsächlich in Granat umsetzen. Folglich, obwohl die Veränderungen in diesen Gesteinen nicht nur von der Natur der Lösungen abhängen, zeigt sich doch durch die Umwandlnug der Pyroxene, dass die in den Klüften fliessenden Wässer eine starke Wirkung gehabt haben müssen.

Ich habe mehrere Varietäten von Diallag analysiert (S. 50); keiner aber war frisch, und wir können nicht feststellen in welcher Beziehung der Einfluss der Lössungen stattgefunden hat. Ein anderer lichtgraugrüner Diallag, aus dem Granatfels vom Boroncioaiafall ergab:

| | | |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | = | 47.84 |
| $TiO_2$ | = | 0.31 |
| $Al_2O_3$ | = | 4.26 |
| $Fe_2O_3$ | = | 3.52 |
| FeO | = | 5.98 |
| MnO | = | 0.25 |
| CaO | = | 22.17 |
| MgO | = | 12.33 |
| $H_2O$ | = | 3.59 |
| Summa | | 100.25 + Spuren von Alkalien. |

Specifisches Gewicht 3.232.

Der hoche Wassergehalt im Vergleich mit der vorhergehenden Analyse zeigt etwas Chlorit, und die Zunahme in Kalk bei der Abnahme in Magnesia, deutet auf einen Beginn der Granatisierung, was auch die mikroskopische Untersuchung bestätigt. Obwohl der Plagioklas Thonerde und Kalk für diese Umbildung liefern konnte, ist doch eine Zufuhr dieser Substanzen durch Wässer nicht ausgeschlossen.

Nicht weniger interessant ist die Umwandlung des Diallags in dem fein fasserigen nadelförmigen oder schuppigen Diopsid (Fassait?), eine Erscheinung welche WEINSCHENK in den Kalksilikatfelsen der *Hohen Tauern* beobachtet hat. Was für eine chemische

Veränderung stattgefunden hat, kann man nicht vermuthen, weil die chemische Zusammensetzung der beiden Mineralien unbekannt ist. Neugebildeter Diopsid nach Diallag, verschiedene Granaten, Vesuvian, Olivin, etc. [1]) wurden aber mehrmals beobachtet, und auch in unseren, besonders in den dichten Gesteinen, nehmen die Diopsidschüppchen ein kelyphitähnliches Aussehen (Fig. 6, Taf. III) an, und in solchen Fällen zeigt sich die Entstehung des Diopsids aus Granat und Vesuvian als sehr wahrscheinlich. Ich halte darauf hier bekannt zu machen, dass ich in den Vesuvian-Granatfels von *Piz-Longhin* neben der Umbildung des Vesuvians in Diopsid, wie schon früher von F. BERWERTH und C. SCHMIDT beschrieben wurde, noch die Bildung des Vesuvians nach dem ehemaligen Diallag deutlich beobachtet habe.

*3. Umwandlung des Granats.* Ausser der schon oben vermutheten Umwandlung in Diopsid geht der Granat, welcher in den Maschen des Chlorits eingeschlossen ist, manchmal in einen fast isotropen Chlorit über. Wir finden Maschen mit oder nur theilweise erhaltenem Granat, und andere, welche nur einige oder gar keine Spur von Granat darstellen, aber sie sind von einem optisch ganz verschiedenen Chlorit besetzt (Fig. 4, Taf. III). Diese Erscheinung hat eine besondere Wichtigkeit, weil sie zeigt, wie langsam und wiederholt die chemischen Processe sich vollzogen haben. Es ist noch zu erwähnen, dass einige Granatadern der dichten Granatfelse sich so vorstellen, als ob sie in der Serpentinmasse aufgelöst wurden (Fig. 5, Taf. III). Gewiss haben die Wässer, welche den Pyroxen bei der Serpentinisierung entkalkt haben, auch den Granat ausgelaugt, und wie sich dieser Serpentin in einer feinschuppigen Structur, wie die dichten Granatpyroxenfelse darstellt, konnte man nicht nur auf die Umwandlung des Pyroxens, sondern auch auf die des Granats in Serpentin schliessen.

4. Ueber die Natur der Einsprenglinge der dichten Gesteine kennen wir noch nichts, doch ihre Umwandlung ist eine sehr typische. Die Maschenstructur des neuentstandenen Productes zeigt uns aber genau die Thätigkeit der Lösungen bei dieser Umwandlung. Aus der chemischen Zusammensetzung der neuentstandenen

[1]) TSCHERMAK, JEREMIEW, WEINSCHENK, BERWERTH, BRAUNS (mineralogische Chemie) etc. dann SCHRAUF, LACROIX, MRHA über den Kelyphit.

Mineralien wie Granat und Chlorit, manchmal etwas Diopsid, kann man nicht auf Vieles schliessen, weil wir nicht wissen, was für einen Stoff und in was für einem Maasse die Lösungen mitgebracht haben.

Ich erwähne noch die Stäbchenform der Granatmikroliten der Hornfelse, die manchmal parallel mit dem Pyroxen verwachsen sind. Ein Theil des Granats macht sich als gleichzeitig mit dem Pyroxen enstanden kennbar, doch die merkwürdige Form welche ein anderer Theil darstellt, lässt die Möglichkeit einer Pseudomorphose des letzteren nach dem fraglichen Mineral (S. 67), vielleicht auch nach den Microliten des unbekannten Minerals (als Einsprengling vorkommend) vermuthen (vergl. S. 73).

Man sieht noch in der braunschwarzen Serpentinhülle der dichten Granatfelsen einige Chloritflecken mit scharfen Umrissen, welche die Form der Einsprenglingen der dichten Gesteine darbieten. Sie zeigen manchmal eine Maschentheilung und die Form einer ehemaligen Zwillinge. Es konntendiese Chlorithaufen wie die Pseudomorphosen aus den dichten Gesteinen nach demselben Mineral entstehen.

5. Die Umwandlung des Ilmenits in Titanit, welche sich in der gewöhnlichen Weise vollzieht, dürfte für die Auffassung der Umwandlungsprocesse von geringerer Wichtigkeit sein. Es mag nur erwähnt werden, dass diese Umwandlung bei der Serpentniisierung beginnt, aber erst in den eigentlichen Kalksilicatfelse vollständig beendet ist.

Wenn wir nun von chemischem Standpunkt aus diese verschiedenen Vorgänge betrachten, so erweisst sich schon die einfache Serpentinbildung als ein verhältnissmässig complicierter Vorgang. Neben der Aufnahme grösserer Quantitäten von Wasser, findet man auch das Mengeverhältniss der übrigen Bestandtheile merklich verändert, so dass man annehmen muss, dass dabei Zufuhr und Wegfuhr eine grosse Rolle gespielt haben. Vor allem ist zu betonen, dass der ziemlich bedeutende Kalkgehalt des Diallags spurlos entfernt wurde, während gleichzeitig Kieselsäure hinzugebracht wurde; wie gewöhnlich blieb ein Theil von dem Eisen des Olivins im Serpentinmolecül chemisch gebunden, ein anderer Theil schied sich als Magnetit in Maschen oder zwischen den Chrysotiladern aus; die Magnetit-Einschlüsse des Pyroxens blieben in dem Antigorit als solche in den desselben charakteristischen Formen übrig.

Während das Hauptgestein ein reines Magnesiasilicatgestein ist, erscheint die Zusammensetzung der ausführlich geschilderten Einschlüssen, die vorherrschend aus Kalkthonsilicaten und in geringerer Menge aus Magnesiahaltigen Silicaten bestehend, in hohen Grad bemerkenswerth. Doch wurden ziemlich ähnliche Vorkommnisse auch in Serpentinen anderer Gebiete beobachtet, welche zum Theil wie in den Centralalpen durch Zufuhr der Bestandtheile erklärt worden sind, zum Theil aber auch durch den directen Zusammenhang mit Gabbrogesteinen (*Fichtelgebirge*, *Elba*, *Toscana* etc.) auf die Herkunft aus basischen Feldspathgesteinen hinweisen.

Da der Habitus und das Auftreten der hier im Betracht kommenden grobkörnigen Bildungen mehr mit den letzteren übereinstimmt, wurde schon oben auch für unsere Vorkommnisse die Analogie mit dem Saussuritgabbro als wahrscheinlich hingestellt. Jedenfalls lässt sich soviel mit Sicherheit sagen, dass die hier beobachteten Silicate: Granat, Vesuvian, Chlorit etc. nicht als primärer Bestand der körnigen Gesteine angesehen werden darf; darauf weisen nicht nur die zahlreichen Pseudomorphosen hin, sondern eben so sehr der mikroskopische wie makroskopische Habitus dieser Gesteine.

Man hätte dann den verhältnissmässig einfachen Process vor sich, dass der Kalkfeldspath vorherrschend zur Bildung der Kalkthonerdesilicate: des Granats, Klinozoisits, Epidots etc. geführt hätte, während gleichzeitig die Aggregate von Chlorit, Vesuvian etc. aus dem an sich schon Magnesiahaltigen Mineralien wie Pyroxen hervorgegangen wären, neben welchem wohl auch Olivin als ursprünglicher Gemengtheil angenommen werden muss. Die unzerstörten Verhältnisse, welche man in diesen Umwandlungen sieht, die erhaltene Structur an den nur theilweise wie auch an den vollständig umgewandelten Gesteinen, die Entstehung echter Pseudomorphosen nach den ehemaligen Mineralien, theilweise auch die Natur des Umwandlungsproductes und der in den Klüften befindenden Mineralien, sind so viele Thatsachen welche dem Dynamometamorphismus wiedersprechen, aber auf eine einfachere Metasomatose deuten, nicht gerade durch Athmosphärilien, wie durch Wässer und Dämpfe, welche in den Gesteinen und deren Klüften ihre Spuren tief eingeschrieben haben.

Die dichten und hornfelsartigen Gebilde zeigen aber eine Ver-

wandschaft in der Structur und mineralogischen Zusamensetzung mehr mit den Contacthornfelsen der Tiefengesteine, obwohl in der ganzen Reihe dieser Granat-Vesuvianfelse ein allmähliger Uebergang von den Saussuritgabbroähnlichen bis zu den Hornfelse sich verfolgen lässt. In den letzteren zeigen der Pyroxen und der Granat sich als gleichzeitig gebildet, gleichzeitig auch mit dem in den Klüften gebildeten Pyroxen (Diopsid) und Granat, und diese Bildung würde vor der Serpentinisierung der Peridotite stattgefunden haben. Die Bildung des Granats und Pyroxens in diesen Hornfelse characterisiert ein Kalkthonhaltiges Gestein, und die Aehnlichkeit dieser Einschlüsse mit den dichten Granatführenden Contactschiefer, und mit den bekannten Hornfels des Serpentins, stellt die Ursache dieser Bildung in dem Contactmetamorphismus fest.

Die Wässer, welche auf die grobkörnigen Gesteinen gewirkt haben, haben aber auch auf diesen Granat-Hornfels einen Einfluss gehabt, und also sind dadurch mehrere Neubildungen und Pseudomorphosen entstanden.

### B) ANALYSE DER GRANAT VESUVIANFELSE

Die Analysen, welche ich von den verschiedenen Granat-Vesuvianfelsen gemacht habe, zeigen nicht allzu grosse Schwankungen; nur der dichte hornfelsartige Pyroxen-Granatfels zeigt einen grösseren Unterschied in den zweiwerthigen Metallen. Ich lasse hier die vier Analysen des Kalksilicatfelsens folgen:

| | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ = | 38.06 | 37.68 | 37.80 | 36.73*** |
| $TiO_2$ = | 0.22 | 0.42 | 0.78 | |
| $Al_2O_3$ = | 14.28 | 12.34 | 13.90 | 23.95 (Al₂O₃ + Fe₂O₃ + FeO) |
| $Fe_2O_3$ = | 1.78 | 7.15 (Fe₂O₃ + FeO) | 6.87 (Fe₂O₃ + FeO) | |
| FeO = | 2.35 | | | |
| MnO = | 0.30 | 0.48 | 0.40 | 0.20 |
| CaO = | 21.08 | 18.07 | 21.58 | 28.71 |
| MgO = | 16.82 | 18.30 | 14.95 | 6.99 |
| $H_2O$ = | 4.52 | 5.39 | 4.67 | 3 42 |
| Summa | 99.41* | 100.83 | 100.95** | 100.00 |

*) $Na_2O$ = 0,40 $K_2O$ und $Li_2O$ = 0.29.

**) Phosphorsäure, Fluor, etc. wurden nicht getrennt; Fluor scheint nicht vorhanden zu sein. Mehrere Prüfungen über die Vesuviane und Vesuvianfelse haben keinen Erfolg gehabt.

***) Bei dem Wägen verunglückt und durch Differenz berechnet.

I. Granatfels vom Urdakamm (30 M. östlich vom Fusssteig). Das Gestein ist grobkörnig, mit weissem Granat und grünen Flecken von Pyroxen und Chlorit (Fig. 15). Er erinnert am ersten Augenblick an den Saussuritgabbro. U. d. M. grosse Platten von theilweise umgewandelten und poikilitisch durchwachsenen Pyroxenen, Aggregaten von Granat mit sehr wenigen kleinen Körnern von Vesuvian; Chlorit als Lamelle und Blätter sowie in Maschentructur (Chrysotil ähnliche Beschaffenheit); etwas Magnetit als Einschlüsse in Pyroxen, Titanit, Eisenhydrat etc.

II. Vesuvianfels aus dem Urdathal (Boroncioaia Fall). Auch dieses Gestein ist grobkörnig, grünlichgelb mit grünem Vesuvian, mehr umgewandelten poikilitisch durchwachsenen Pyroxen, und etwas mehr Chlorit wie in Granatfels. Granat sehr wenig und nur mikroskopisch in kleinen Körnen wahrnehmbar. Ilmenit, Titanit, Magnetit in kleiner Menge vorhanden. Sein Aussehen ist das eines grünlichen Saussuritgabbros.

III. Granat-Vesuvianfels aus einem abgerrollten Block vom Muntinuthal. Das Gestein ist mittelkörnig bis feinkörnig, seine Farbe graugrün; in der grauen Masse sieht man einige Blätter von Pyroxen und Chlorit, Adern von braunrothen Vesuvian, helle Flecken von Apatit und schwarze von Ilmenit. U. d. M. tritt die Gabbroartige Structur deutlich hervor, der Ilmenit zeigt die Leucoxenzone, der Apatit ist zerbrochen; etwas Magnetit, Eisenhydrat und einige Epidotkörner neben den Granat, Vesuvian und Pyroxen durch einem sehr schwach doppelbrechendem Chlorit verkittet.

IV. Pyroxen Granatfels aus dem östlichen Abhang der Fouqué Spitze. Das Gestein ist ein sehr dichter Hornfels, theilweise graugelblich, theilweise dunkelgrau. U. d. M. unterscheidet man Granatstäbchen und Körner, hie und da grosse Pyroxenschuppen. Einsprenglinge und Pseudomorphosen von Granat nach einem unbestimmbaren Mineral (vielleicht Augit), sehr wenig Chlorit, keine Spur von Vesuvian, etwas Titanit, Magnetit, etc.

Die Analysen bezeichnen die körnigen Kalksilicatfelse als sehr stark zersetzte basische Gesteine, nur mit Spuren von Alkalien, Ausser dem Muttergestein der Grossulare, Wiluite, u. s. w. von *Wiluifluss* in *Ostibirien*, finden wir kein Gestein, massig oder schiefrig, frisch oder umgewandelt, welches eine annähernde Zusammensetzung darstellte.

Von den olivinführenden Gabbros und Diabasen unterscheiden sich unsere Gesteine, abgesehen von dem Alkalienmangel, durch die Armuth an Kieselsäure und Reichtum an Kalk; auch Magnesia ist viel vorhanden, besonders im Vergleich mit den Diabasen; nur die dreiwertigen Metalle bleiben in den bekannten Grenzen. Im Vergleich mit den Peridotiten und Picriten nähern sie sich diesen in Bezug auf Magnesia, Kieselsäure (und Wasser für die umgewandelten), aber der Kalk unserer Gesteine ist in zu grossem Ueberschuss, und auch die dreiwertigen Metalle sind zu hoch.

Von den Saussuritgabbros, mit welchen unsere Gesteine so viele Erscheinungen gemein haben, unterscheiden sie sich durch die Armuth in Kieselsäure, und Ueberschuss an Magnesia; das Wasser ist zu viel während die dreiwertigen Metalle zwischen den bekannten Grenzen sind.

Im allgemeinen nähern sich unsere körnigen Kalksilikatfelse in einigen Beziehungen ($Si O_2$, $Mg O$, $H_2 O$) den magnesiareicheren Gesteinen, in anderen ($Ca O$, $Al(Fe)_2O_3$) den Saussuritgabbros. Mir ist keine Analyse eines olivinführenden Saussuritgabbro bekannt und ich weiss nicht in wie fern bei der Umwandlung der Olivingabbros die chemische Zusammensetzung beeinflusst wird, aber doch in den wenigen Analysen von Saussuritgabbro sieht man: wenn das Magnesia-Eisenoxydul zunimmt, nimmt der Kalk, die Kieselsäure und auch die Thonerde ab. Also stehen die saussuritisierten Olivingabbros in Kieselsäure, Thonerde, Magnesia und Eisen unseren Gesteinen näher, doch werden sie sich davon desto mehr durch dem Kalkgehalt unterscheiden, und wenn wir unsere Gesteine von den Olivingabbros ableiten wollen, müssen wir mindestens eine Zufuhr von Kalk in der Zeit der Metasomotose annehmen. Die Armuth in Alkalien kann man entweder ursprünglich durch einen Anorthit als Plagioklas, oder durch Auslaugung in der Zeit der Metasomatose, erklären.

In der graphischen Darstellung nach Michel Lévy's-System (Fig. 24) zeigt die Analyse, ohne Wasser und auf 100 berechnet, ein dem Olivingabbro verwandtes aber in Kalk angereichertes Gestein [1]).

Selbstverständlich für solche umgewandelte Gesteine lohnt sich nicht eine Berech-

[1]) Vergleiche Lacroix: Le glabbro du Pallet et ses Modifications. Bul. d. l. Carte géol. de France X 1899 5.25 Le granite des Pyrénées Ibid. XI S. 31, 32.

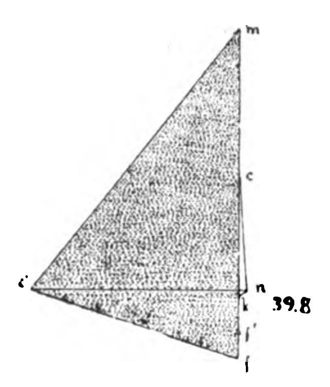



Fig. 24. Graphische Darstellung nach MICHEL LÉVY der chemiohen Zusammensetzung des grobkörnigen Granatfels von dem Urdakamm.

nung, doch könnte man nach dem Beispiel von TERMIER[1]) einen Versuch für die Restauration des ursprünglichen Gesteins machen. Zwar besteht der heutige körnige Granatfels (Fig. 15 Analyse I) im Grossen und Ganzen aus 36% Chlorit (nach dem Wassergehalt berechnet), 37% Granat (nach dem Rest von Thonerde berechnet), 25% (wasser- und thonfreier) Pyroxen (nach dem Rest von Kalk berechnet) und 2% Titanit, u. a. Nach dieser Zusammensetzung bekommen wir also No. VIII, welche, wie man sieht nicht, zu grosse Schwankungen von I und VII zeigt:

Die circa 30% Pyroxen-und Nebengemengtheile welche noch jetzt in dem Granatfels vorhanden sind, sollten, wenn nicht mehr, so doch mindestens in derselben Menge in den ursprünglichen Gesteinen sich vorfinden; die Differenz 70% war Olivin und Plagioklas (Bytownit-Anorthit). Wir brauchen bei der Granatisierung des Olivins 3 Molecüle Anorthit für 4 M. Olivin, das macht 3 : 2 in Gewicht; Also in Grossen und Ganzen konnte das ursprüngliche Gestein ungefähr aus 30% Pyroxen u. a. 28% Olivin und 42% Bytownit-Anorthit bestehen; die procentische chemische Zusammensetzung ist unter IX berechnet.

| | V | VI | VII | VIII | IX |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ = | 31.99 | 36.56 | 37.87 | 38.0 | 48.5 |
| $TiO_2$ = | — | — | 0.32 | — | — |
| $Al_2O_3$ = | 17.11 | 1.5 | 13.31 | 14.2 | 15.3 |
| $Fe_2O_3$ = | 2.72 | 14.03 | 5.75 | 3.5 | 2.5 |
| FeO = | 1.56 | | | 2.6 | 5.— |
| MnO = | 0.54 | — | 0.39 | — | — |
| CaO = | — | — | 19.57 | 19.9 | 12.7 |
| MgO = | 32.91 | 33.21 | 17.56 | 15.1 | 16.9 |
| $H_2O$ = | 12.94 | 15.05 | 4.95 | 4.6 | — |
| Summa = | 99.77 | | | | + 1.0 $Na_2O$ |

[1]) P. TERMIER. Sur l'élimination de la chaux par metasomatose dans les roches éruptives basiques de la région de Pelvoux. Bul. d. l. Soc. géologique de France XXVI 1898.

V. Chlorit aus der Chloritzone, dicht, dunkel blaugrün (vergl. S. 781), Magnetitfrei.

VI. Durchschnitt der 5 Serpentinanalysen (S. 591.)

VII. « der ersten drei Analysen.

VIII. Die berechnete chemische Zusammensetzung aus 35% Chlorit 37% Granat und 25% Pyroxen etc.

Die Hornfelse stehen in der Reihe der Kalksilicathornfelse der Tiefengesteine, doch auch hier ist ein grosser Kalk- und Thonerdegehalt zu bemerken. Eine Metasomatose ist auch hier stattgefunden wie allerdings die mikroskopische Untersuchung bestätigt.

Der Vergleich dieser Analysen mit denjenigen unter V u. VI zeigt, dass der Uebergang von den kalkthonhaltigen Centren gegen die grosse Serpentinmasse über eine thonreichere Zone stattfindet. Diese Mittelzone ist auch etwas ärmer an Wasser wie die Magnesiasilicatmasse.

## C. ANHANG

Ausser den vorher geschilderten Kalksilicatfels findet man in dem Serpentin vom Parîngu noch ein für unsere Auffassung wichtiges Gestein, welches ich als Amphibolit bezeichnen möchte.

Dieses Gestein habe ich nur an zwei Orten gefunden: einmal auf den südlichen Abhang der *Fouqué Spitze*, ober dem Schuttkegel von Politze, und sodann in dem *Muntinu Latoritzei* südlich von der Latoritza dreaptă. Leider waren diese Vorkommnisse in beiden Stellen nicht auf der ganzen Strecke aufgeschlossen und ich konnte die Lagerungs-Verhältnisse nicht vollständig studieren; die beiden Vorkommnisse liegen in der Serpentinmasse, in welcher dieses Gestein linsenartige 6 —8 m. lange Einlagerungen bildet. Das Gestein hat ein geflecktes Aussehen und grobkörnige Structur; in einer dichten, weissrötlichen Grundmasse liegen bis 3 cm. grosse dunkelgrüne Hornblendesäulen und lamellenartige Chloritflecken. Häufig zeigt das Gestein eine schiefrige Structur, die Hornblenden liegen ziemlich parallel in der weissen zuckerartigen Grundmasse und die Schichten zeigen dieselben Störungen wie der Serpentin und die liegenden Schiefer; besonders deutlich kann man das an den Politzen beobachten, wo die Linse ganz schiefrig und in einen engen Bogen gefaltet ist; auch der Amphibolit von Muntinu sind manchmal sehr schiefrig.

Makroskopisch unterscheidet man in der Grundmasse nichts; mit der Lupe sieht man einige kleine glänzende Spaltungsflächen. U. d. M. zeigt aber die Grundmasse die wechselreiche Zusammensetzung eines Saussurits in welchem man zwischen den feinkörnigen Aggregaten von Epidot, Klinozoisit, Aktinolith und Quarz noch kleine Reste des ursprünglichen (?) Feldspaths sieht. Die Bestimmung des letzteren ist nicht gelungen, weil die Körner sehr klein und in andere Producte umgewandelt sind; er zeigt breite Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz, und scheint ein sauerer Oligoklas, wahrscheinlicher aber ein Albit zu sein.

Der Feldspath wandelt sich manchmal in ein Quarzaggregat mit wenig Epidot und Klinozoisit um; manchmal ist aber der ganze Feldspath durch einen feinen trüben Aggregat von Epidot, Klinozoisit, Aktinolith, Quarz und kleine Nester von Chlorit ersetzt. Epidot und Klinozoisit bilden gegen den Chlorit zu kleine Säulen. Der Aktinolith findet sich in sehr feinen Nädelchen, welche den Feldspath, den Quarz und die Epidotaggregate durchziehen; das beweist die secundäre Bildung der letzteren. Der Chlorit ist farblos und fast isotrop.

Die Hornblende trifft man in grossen stark pleochroitischen grünen Säulen, welche öfters in farblose Nadeln (Aktinolith) auslaufen und dann mit Chlorit gemengt sind. Ihre Auslöschung beträgt 23°. Der Chlorit bildet grosse Flecken und Lamellen und ist sehr stark pleochroitisch aber schwach doppelbrechend. Die Hornblende zeigt sehr viele, manchmal breite unregelmässige Risse, welche ebenso wie die Spaltungsrisse durch ein feinkörniges Aggregat von Quarz und sehr feinen Aktinoth ausgefüllt sind. Die Hornblende hat gegen die Risse und manchmal gegen den Rand eine dünne unpleochroitische, farblose, schwach doppelbrechende und spaltungsfreie Zone; die Substanz dieser Zone ist gleich lichtbrechend wie die Hornblende und zeigt keine Trennungsfläche gegen dieselbe.

Der Quarz bildet auch in der Grundmasse in allgemeinen nur feine Körner mit undulöser Auslöschung; er erscheint deutlich als secundärer Quarz.

Ausserdem sieht man spärliche Zirkon- und Titanitkörner als Einschlüsse im Amphibol, hie und da Rutilkörner in Titanit umgewandelt, dann dunkelrothbraunen Hematit, etc.

In diesem Gestein haben wir wohl einige Spuren von einem

Augit beobachtet, doch konnte man nicht darauf feststellen ob die ganze Hornblende ein Uralit wäre. Die Aehnlichkeit dieser Gesteine mit einigen gefleckten Amphiboliten (Amphibolites supérieures) der Schiefer-Hülle, hat mit veranlasst, die letzteren näherer zu untersuchen, und zwar fand ich in diesen sehr deutliche und merkwürdige Erscheinungen.

Die schmutzigweisse Grundmasse dieser Gesteine zeigt sich ebenfalls von einer innigen feinfaserigen bis zuckerartigen Mischung von Quarz, Epidot, Zoisit, Aktinolith, Chlorit mit viel frischem Feldspath zusammengesetzt. Der Feldspath ist ein Albit: $\Delta_2 < o$, $\delta_1 < o$; Auslöschungswinkel der Zwillingslamellen beträgt $34^0$; Die erste Bisectrix positiv, senkrecht auf einer sehr schwach doppelbrechenden Durchschnitt (ungefähr $\beta - \alpha = 0.003$).

Die grünbräunlichen Einsprenglingen sind theilweise Augitkörner mehr oder weniger uralitisiert, theilweise aber Uralit. Der Augit ist etwas bräunlich, unpleochroitisch, mit den charakteristischen Spaltungen und eine feine Querschraffierung, welche an den Diallag der Granatfelsen erinnert. Die Auslöschungsschiefe beträgt $43^0$. Er hat mit diesem noch die poikilitische Durchwachsung gemein; hier besteht aber die Zersetzung der ehemaligen eingeschlossenen Körner aus ganz verschiedenen Mineralien wie dort, nämlich: Theilweise farbloser Uralit und theilweise Saussurit (Fig. 25). Der Uralit aus verschiedenen Körnern löscht auf einmal aus. Der Augit geht auch randlich in einen farblosen oder grünlichen Uralit, oder in fast isotropen Chlorit über.

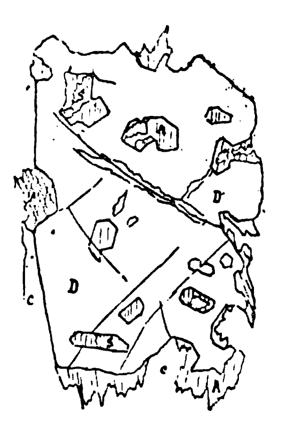



**Fig. 25.— Randlich uralitisierter Diallag-Augit (D) aus dem Prasinit von dem Urda und Muntinuthal mit poikilitischer Durchwachsung von Actinolith (A) und Saussurit (s) (d.M. 30 × vergrössert).**

Der Uralit zeigt genau dieselbe Erscheinungen wie in den Einschlüssen aus dem Serpentin. Derselbe Pleochroismus c=grünlich blau, b=schmutzig grün, a=grünlich bis farblos, und dieselbe Entfärbung am Rande, wo sie in Aktinolith oder Chlorit übergeht.

Die mikroskopische Untersuchung zeigen an allen diesen Gesteinen die Erscheinungen, welche man für die Dynamometamorphose bezeichnet hat.

Die genaue Uebereinstimmung der Mineralien und der Structur dieser Gesteine lassen dann auf ihre Verwandtschaft schliessen, und wie die Amphibolite der Schieferhülle durch almählige Uebergänge mit den Prasiniten und Grünschiefern der Schieferhülle innig verbunden sind, konnte man an ein allgemeines eruptives Ursprungsgestein (Gabbro, Diabas und Tuffe) denken, wie es schon anderwärts bewiesen wurde.

Als Vergleich erwähne ich noch den Gabbro von *Jucs*[1]) zwischen *Tricule* und *Cucujovaberg* und von *Eisernen Thor* welche auch in innigsten Zusammenhang mit dem Serpentin auftreten; deswegen nimmt SCHAFARZIK sowie TIETZE denselben als Muttergestein des Serpentin an. In *Persanigebirge* zwischen *Reps* und *Barot* (Oltuthal) beschrieb TCHHERMAK einen Olivinbronzitgabbro immer mit Serpentin und Schillerfels verbunden. In *Serbien* kommen olivinführende Gabbros und Euphotide etc. gleichfalls inm Zusammenhang mit Serpentin vor [2]).

## ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN

### 1. Ueber die Entstehung der Kalksilicatfelsen.

#### a) *Den vorliegenden Granat-Vesuvianfels verwandte Gesteine.*

Während die Art und Weise der Bildung des Serpentins und des Gestein, aus welchem derselbe hervorging, in keiner Weise zweifelhaft sein konnte, ist das Verhältniss um vieles schwieriger zu

---

[1]) SCHAFARZIK. Aufnahme Bericht für 1892. Jahresberichte der k. ang. geolog. Anstalt. 1894 s. 142. L. MRAZEC și G. MUNTEANU-MURGOCI (Le Gabbro de *Jucs* Fussnote in dem «Wehrlite de M. *Ursu*». Bul. Soc. Sc. Buc. An. 1897: 3.; dann TIETZE Jhb. d. k. k. geol. Anstalt 1870 *20* 570. G. vom RATH ibidem 1873, u. 1879. TSCHERMAK Porphyrgesteine Oesterreichs 1869 222. F. v. HAUER Jahb. d. g. Reichs Anstalt 1873 *23* 78.

[2]) S. A. RADOVANOVICI. Beiträge zur Geologie und Palaeont, Ostserbiens, Annales géologiques de la péninsule Balcanique, III, 1891, S. 49.

I. M. ZUJOVICI Les Euphotides de Serbie, ibidem.

erklären, welches uns die Kalksilicatfelse darbieten. Silicatgemenge von ähnlicher Zusammensetzung, wie das hier vorliegende gehören in den Lagerstätten der Serpentinen nicht gerade zu den seltenen Bildungen und ein Vergleich mit jenen, den wir schon mehrmal in der Beschreibung gemacht haben, konnte vielleicht einige Anhaltspunkte für unsere Hypothesen feststellen. Die Verschiedenheit der Ausbildung des geologischen Auftretens, wie auch der chemischen Zusammensetzung, welche die Kalksilicatfelsen aufweisen, zeigen, dass sie recht verschiedenartigen Bildungen sein können:

Die von E. WEINSCHENK studierten gangförmigen Vorkommnisse analoger Mineralcombinationen wie sie an zahlreichen Stellen der *Centralalpen*[1]) zu beobachten sind und wobei häufig eine Umwandlung des umgebenden Serpentins in denselben Aggregaten wahrzunehmen ist, wie sie auch auf den Gängen auftreten, können für die hier in Frage kommenden Bildungen schon auf Grund ihres Auftretens nicht angenommen werden[2]).

[1]) Ueber die bekannten Minerallagerstätten der östlichen Central-Alpen wie: *Scharn* in *Hollersbachthal, Hackbrettl* oberhalb der *Reichenberger Alm* im *Stubachthal, Eichamwand* und *Islitzfall* bei *Prägratten*, beim *Rothenkopf* und *Ochsner* im *Zillerthal*, *Burgumer Alp* im *Pfitscherthal* u. a. gibt es die ausführlichen Beschreibungen von E. WEINSCHENK: 1) Ueber Serpentine aus den östlichen Central-Alpen und deren Contactbildungen. Habilitationsschrift 1891. 2) Beiträge zur Petrographie der östlichen Central-Alpen speciell des Gross-Venedigerstockes: I Ueber die Peridotite und die aus ihnen hervorgegangenen Serpentingesteine. Genetischer Zusammenhang derselben mit den sie begleitenden Minerallagerstätten. Abhandl. d. k. bay. Akademie der Wiss. II cl. XVIII Bd. III Abth. München 1894. 3) Die Minerallagerstätten des Gross-Venedigerstockes in den Hohen Tauern. Groth's Zeitschrift für Krystallographie XXVI Bd. 4/5 Heft.

Ich halte hier zu erwähnen, dass man fast in allen diesen Fundorten ausser den in Klüften und Gängen schön ausgebildeten Mineralien auch dichten muscheligbrechenden, calcedonähnliche Granatfels von braunrother Farbe, oder apfelgrünen Vesuvianfels von gleicher Structur mit grossen Diallageinspenglingen findet, Gesteine, welche makroskopisch wie mikroskopisch fast alle Erscheinungen und Umwandlungen die unseren Gesteinen eigen sind, zeigen. Nur einige Vorkommisse (*Scharn* oberhalb des Jägerhauses, etc.) stellen sich als unregelmässige Butzen im Serpentin vor, welche ganz den Eindruck mächtiger Einschlüsse (7—8 M. lang) machen Ich habe einige von diesen Fundorten (*Prägratten*, *Scharn* und *Zillerthal*) besucht, aber obwohl manchmal das Vorkommen der Granat-Vesuvianfelse ähnlich dem unserer Gesteine ist, so habe ich doch nirgends ein gabbroähnliches Gestein getroffen. Die Metasomatose der ursprünglichen Gesteine, welche in einigen Beziehungen ähnlich der unserer Gesteine ist, ist weit fortgeschrit ten, und nur selten findet man Granat-Vesuvianfelse mit noch erhaltenen Pyroxenresten.

[2]) Aehnlich diesen sind vielleicht die Granatknollen, welche von dem Amiant in Serpentinklüften von *Val Malenco, Prov. Sondrio* überzogen sind, COSSA. Ac. de Lincei 1880[4] u. Gaz. chimica *10*, und der Demantoid vom Bache *Bobrowka* bei *Polnewaja im Szysortsker* Bezirk (W. Ural), welcher sich in derselbe Weise, vorstellt. LÖSCH. Ueber den Kalkeisengranat... Neues Jahrbuch, etc. 1879, 785, u. Groth's Zeitschrift f. Kryst. *2*. 505.

Es bleiben noch zwei Arten derartiger Vorkommnisse, welche in nicht allzu geringer Verbreitung aufzutreten scheinen. Dies sind Gebilde wie sie z. B. die berühmten Minerallagerstätten der *Mussa Alpe*, *Becco della Corbassera*, *Valle Grande (Cantoria)*, *Ceresole* (Locana) in *Piemont* aufweisen, welche sich ebenso wie die hier betrachteten in ringsum gegen den Serpentin abgeschlossenen Körpern darbieten. Diese Vorkommnisse wurden von WEINSCHENK auf Grund der Uebereinstimmung in ihrer Zusammentzung und Structur als contactmetamorphisch umgewandelte Bruchstücke der Nebengesteine aufgefasst, welche von zahlreichen secundären Mineraladern durchschwärmt den eigenthümlichen Anblick darbieten, welche wir an ihnen zu beobachten gewöhnt sind [1]). Und auch anderwärts in den Alpen erscheinen ähnliche Bildungen nicht allzu selten zu sein [2]) die ebenso, wie die hier beschriebenen, gegen den Serpentin durch eine chloritreiche Zone abgegrenzt sind. Während aber in dem Vorkommnisse vom Paringu der Granat fast ausschliesslich als eisenarmer Grossular ausgebildet ist, und die Epidotgruppe vorherschend durch den Klinozoisit vertreten ist,

---

[1]) E. WEINSCHENK. Ueber eine bemerkenswerthe Minerallagerstätte der West-Alpen. Groth's Zeitschrift für Krystallographie. 1900 XXXII 263.

Die zahlreichen krystallographischen Arbeiten über die Mineralien dieser Fundorte geben bis WEINSCHENK nur wenige Erklärungen über das Muttergestein und die Entstehungweise dieser Kalksilicatlager in dem Serpentin. Das Muttergestein der schönen Mineralien von *Testa ciarva* und *Rocca nera* ist rötlich, fein körnig porös bis hornfelsartig, einigen feinkörnigen Granatfelsen von der *Fouqué Spitze* sehr ähnlich. Das ganze Gestein ist ein Aggregat von Granat oder Vesuvian, Chlorit, Pyroxen, etwas Epidot etc., aber das Aussehen so erhalten, dass man noch die Charaktere und die Schichtung des ursprünglichen (thonhaltigen?) Kalksteins erkennt. Wenn sie manchmal eine grobkörnige Beschaffenheit annehmen, so wird diese durch den stengeligen lamellarigen Mussit hervorgebracht, aber sie zeigen niemals ein gabbroähnliches Aussehen wie unsere grobkörnigen Granatfelse. Nachdem man die in den Schiefer sich befindenden Granatlager von *Saulera*, *Paschietto* etc., gesehen hat, bekommt man leicht die Ueberzeugung, dass man auch bei Mussa Alpe mit vollständig metamorphosierten Kalkeinschlüssen in dem Serpentin zu thun hat; es scheint mir das man diese Vermuthung schon in der ersten Arbeit STRÜVER's über die Mineralien des Lanzothals findet, (Neues Jahrbuch für M. etc. 1871. Andere Arbeiten sind in: Atti Acad. dei Lincei 1876, 1877 und Neues Jahrbuch f. M. etc. 1877, 1885, 1887, 1888. 1891. Atti Acad. dei Lincei und Centralblatt. 1900).

[2]) Die Lagerstätte von *Mittagshorn* und *Feegletscher* im *Saasthal*, von *Gornergletscher* bei *Zermatt* etc. wurden gewöhnlich mit jenen von Alathal identificiert, doch sind die kleinen Erwähnungen über die Art des Vorkommens, welche WISER (Neues Jahrbuch M. etc. 1841, 1848, 1849, 1863 etc.) HESSENBERG (Miner. Not. 1893) KENNGOTT (Miner. Schweiz, 1866) ZEPHAROVICH (Idocrasstudien Wiener Akad. 1864). HAUSER (Mitth. Nat. Ges. Zürich 3). W. I. LEWIS (On Idocras a. other Miner. near Zermatt. Min. Mag. London 1886) etc. geben, zu unvollständig um daraus auf etwas schliessen zu können.

haben wir in den erwähnten Alpinen-Vorkommnissen als häufigstes Gemengtheil den normalen Hessonit, manchmal den Melanit neben eisenreicherem Epidot. Es gibt aber ein durch seinen wasserhellen Granaten berühmtes Vorkommniss, welches sich an die beiden vorigen Arten von Vorkommnissen anschliesst, das ist das Vorkommniss von *Jordansmühl*[1] *(Gleinitz) u. Mlietsch* in *Schlesien.* Seine Mineralien sind in Allgemeinen eisenarmer, das Muttergestein ein Prehnithchloritfels in dem Serpentin eingeschlossen. Ein charakteristischer Mineral ist dort der Prehnit, welchen gewiss in unseren Gesteine der Lotrit vertritt.

Dazu kommt dass man in den Vorkommnisse des Parîngu in ganz ähnlicher Weise, wie dies in der Nähe der Granatführenden Gesteine des Stubachthals etc. der Fall ist, zahlreiche Reste eines Diallagartigen Pyroxens findet, welche man in den Bildungen der Mussa-Alpe z. B. nicht beobachten kann und während die ersteren fast alle chemischen Processe wie die körnigen Gesteine von Parîngu darstellen, sind die von Mussa Alpe structurell und mineralogisch den feinkörnigen Granatfels von Parîngu sehr ähnlich. Man wird wohl in der vollkommenen Uebereinstimmung, welche der Pyroxen der Granatfelse mit den Pyroxenresten des Serpentins selbst aufweisst, einen Anhaltspunct dafür finden können, dass hier Reste des ursprünglichen Gesteinsbestandes erhalten geblieben sind, welche geeignet erscheinen, die richtige Spur bei der Erklärung dieser Gebilde zu zeigen. Und diese weisen uns auf die dritte Art derartiger Vorkomnisse hin, welche man als Saussuritgabbro, Euphotid, Allalinit, (Zobtenit?) bezeichnet hat, und die aus ursprünglichen normalen Gabbrogesteinen hervorgegangene Gesteine, die eine Zusammensetzung und eine Beschaffenheit aufweisen, welche in sehr vielen Stücken mit den Kalksilicatfels des Parîngu und namentlich mit den grobkörnigen Varietäten derselben übereinstimmen. Die dichten splittrigbrechenden weissen Aggregate, welche man mit dem Namen Saussurit bezeichnet

---

[1]) Websky. Weisser Granat von *Jordansmühl.* Zeitschrift der d. g. Geselschaft. *21* 754. Vesuvian von Iordansmühl. Ibidem, *30* 537.

Traube. Mineralogie Schlesiens 1888.

Schubert. Ueber Mineralvorkommnisse von Iordansmühl in Schlesien. (Disert) Ref. Groth's Zeit, für Kryst. *6* 639. Brieg. 1880.

hat, stellen bekanntlich Aggregate aller möglichen Kalkthonerde-Silicate dar, unter denen eisenarme Mineralien der Epidotgruppe die Hauptrolle spielen; neben diesen tritt, in einzelnen Fällen ein eisenarmer Kalkgranat als wichtiger Gemengtheil hinzu der auch wie die von MICHAEL beschriebenen Vorkommisse von *Vojaleite* bei der ***Wurlitz in Fichtelgebirge*** ein vorherrschender Bestandtheil werden könnte [1]).

Neben diesem Gemenge pflegt in solchen Gesteinen der Pyroxen entweder völlig erhalten zu sein, oder er ist theilweise oder ganz zu Uralit, oder zu Aggregaten von Chlorit und anderen Silicaten zersetzt, kurzum die Analogie der Zusammensetzung und der Umwandlungen dieser Gesteine ist eine vollkommene, wenn wir den Bestand der grobkörnigen Silicatfelse des Parîngu mit denselben vergleichen.

Solche grobkörnige, gabbroähnliche Gesteine, welche sich als Vorkommen und Zusammensetzung unseren Granat-Vesuvianfelsen ähnlich vorstellen, finden wir in den in den West-Alpen von FRANCHI, NOVARESE und STELLA beschriebenen «Granatiti» [2]). Ihr Zusammenhang mit den «Zoisititi, Epidositi» etc. au

[1]) P. MICHAEL. Saussuritgabbros des Fichtelgebirges. Neues Jahrbuch f. Mineralogie etc., 1888 I. Bd. 32.

V. GÜMBEL. Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges 1879. Schon nach der Beschreibung von MICHAEL kann man die Aehnlichkeit jener Gesteine mit denen von Parîngu fesstellen, obwohl MICHAEL den Vesuvian in seinen Gesteinen nicht getroffen zu haben scheint. Die Handstücke, welche ich in der petrographischen Sammlung in München gefunden habe, wie schon das unter «Allochroit von *Vojaleite*» etc. in Sammlungen bezeichnete Mineral, bestättigen das Vorkommen des Vesuvians in diesen Gesteinen und der makroskopische wie mikroskopische Vergleich zeigen sie in einer solchen Art unseren Granat-Vesuvianfelsen identisch, dass man sie für Gesteine aus denselben Fundort annehmen konnte. MICHAEL beschreibt aber eine Umwandlung des Diallags in Talk und Hornblende, was in unseren Gesteine nicht beobachtet wurde.

[2]) S. FRANCHI. Notizie sopra alcune metamorphosi die eufotidi e diabasi nelle Alpi occidentali. R. Comitato geologico Roma 1895.

S. FRANCHI e V. NOVARESE. Appunti geologici e petrografici sui dintorni di Pinerolo. Ibid. 1895. (Estrato 1896).

S. FRANCHI. Appunti geologici e petrografici sui monti di Bussoleno nel versante destro della Dora Riparia. Ibid. 1897.

V. NOVARESE. Nomenclatura e sistematica delle roccie verdi nelle Alpi occidentalit Ibid. 1895.

A. STELLA. Sul rilevamento geologico eseguito nel 1894 in valle Varaita (Ape Cozie). Ibid. 1895.

Ein Ausflug, welchen ich von *Turin* aus in's *Ricciavrethal* gemacht habe, hat mir die Gelegenheit gegeben, eine schöne Sammlung von solcher Gesteine aus *Pian Real* zu machen, und die Lagerungsverhältnisse dieser in dem Serpentin befindenden, gleich unseren Gesteinen, an Ort und Stelle zu studieren. Das Vorkommen, das makroskopische Aussehen, die Structur, die mineralogische Zusammensetzung sind so viele Charaktere, welche sie mit unseren Granatvesuvianfelse gemein haben. Herr Bergingenieur FRANCHI wird nächstens eine ausführliche Beschreibung dieser Gesteine veröffentlichen.

einer Seite, mit den Eufotide und Serpentine auf der anderen, und das Vorkommen als in dem Serpentin eingeschlosene Knollen und Muggeln geben uns viele Kennzeichen für die Entstehungsweise solcher Gesteine.

Viel deutlicher und in vollkommenem Zusammenhang mit den Eufotiden und ähnlichen Gesteinen, stellen sich die Granatvesuvianfelse aus dem Serpentin des westlichen Theiles der ***Insel Elba***, welche ebenfalls unseren Gesteinen identisch sind. G. v. RATH [1]) hat ausführliche Beschreibungen dieser Lagerstätte gegeben, und besonders LOTTI [2]) hat die Aehnlichkeit und den Zusammenhang mit den in Serpentin eingeschlossenen Eufotidbutzen festgestellt.

Auch die Beobachtung, welche G. ROSE [3]) aus dem südlichen Ural längs der Strasse zwischen ***Miask*** und ***Slataust*** sowie in der Nähe des ***Achmatowsk*** erwähnt, lassen auf ähnliche Verhältnisse schliessen und auch sonst scheinen derartige Vorkommnisse nicht gerade selten zu sein [4]), wenn sie auch nur sehr fragmentarisch studiert worden sind. Ich verweise noch hier auf die Vesuvian-Pyroxenfelse des ***Piz-Longhins*** [5]) und ähnliche Bil-

Von Piemont ist mir noch ein granatisierter Gabbro bekannt; ich habe ein solches Stück in naturhistorischem Museum in Paris gesehen und es trug die Bezeichnung: Grossular aus *Ivrea*-Thal, Piemont. Das Aussehen des Gesteins ist das eines typischen Saussuritgabbros und uns geren Gesteinen sehr ähnlich. In der Litteratur jenes Gebietes ist mir darüber nichts zur Kenntniss gelangt, und die granatführenden Norite des basischen Gesteinszugs von Ivrea von F. R van HAHN (Tschermak's Mittheilungen, XVII, V Heft) und die von W. SCHAEFER (Ibid. XVII, VI) beschriebenen sind ganz andere Gesteine.

Bei meinem kurzen Ausflug in der Umgebung von *Ivrea* hatte ich nicht das Glück ähnliche Granatfelse wie der von Museum in Paris zu finden. Vielleicht zwischen den Granat-Vesuvian- Gesteinen von *Gressony* Thal, Monte Rosa, könnten sich solche Gesteine vorfinden.

[1]) GERHARD vom RATH. Die Insel Elba. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaf, XXII 1870.

[2]) B. LOTTI. Descrizione Geologica dell'Isola Elba. Memorio del R. Uficio geologico 1886. mit einer geologischen Karte 1 : 50000.

Ich habe die Vorkommnisse von *Bovalico-Thal* zwischen *St. Piero* und *St. Illario* besucht Dort bildet der grobkörnige Granat-Vesuvianfels kleine in dem stark zersetzten Serpentin eingeschlossene Muggeln von einer Chloritzone umhüllt, und sie werden bei der Ausgrabung des Magnesits, oder in Bächen als harte dichte Knollen gewonnen. Diese Muggeln haben oft Klüfte und Hohlräume mit den berühmten octaedrischen Granat und tafeligen Klinochlor bekleidet.

[3]) GUSTAV ROSE. Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meer II 1842.

[4]) Einige Notitzen findet man auch in den Arbeiten von JEREMIEW, HERMANN, LOESCH etc. z. B. das Vorkommniss von den *Kumatschinkerbergen*, 1 1/2 Werste von de *Poljakow*'schen Grube (Nach HINZE 300).

[5]) E. v. FELLENBERG. Vesuvianfels (Jadeit) von Piz-Longhin, Bergel. Neues Jahrbuch f. M. etc. 1889 I 229.

F. BERWERTH. Vesuvianpyroxenfels vom Piz-Longhin. Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums Wien Bd. IV.

dungen von *Settimo*, von dem *See von Matmarck (Saasthal)*[1]) etc. wobei noch zu bemerken ist, dass die Beschaffenheit der Gesteine des Piz-Longhins etc. oft in allen Details mit den von mir untersuchten Bildungen übereinstimmt. Aehnlich den von Piemont, Insel Elba und unseren, mit Serpentin oder Saussuritgabbros in Verbindung stehenden Gesteinen, scheinen die Granatvesuvianfelse von *Toscana* etc., (*Corte del Re*, *Monti Livornese*, *Monte Amiata* etc.) die Vorkommnisse aus Canada bei *Orfor in Sherbrooke*, *St. Francisco*, *St. Josef*, *bei Wakefield nördlich*, *Hull*[2]) etc. vielleicht auch die von *Grochau*, *Frankenstein in Schlesien*[3]) etc. weitere Belege für derartige Bildungen vorzustellen.

In den Karpathen selbst sind ähnliche Granat-Vesuvianfelse wie die jetzt von Parîngu beschriebenen, nicht beobachtet worden; das einzige Vorkommen in welchem Granat mit Serpentin in Verbindung erwähnt wird, das von *Dobschau*, kann hier nicht in Betracht kommen, da es sich um unzweifelhaft gangförmige Vorkommnisse eines dem Topazolith nahe stehenden Kalkgranat handelt; die Beschreibung von S. Roth[4]) lässt doch einen Zusammenhang zwischen Diallag und Granat vermuthen.

Durch den Vergleich unserer Gesteine welchen wir mit den zahlreichen Vorkommnissen gemacht haben, in Betreff der Structur, der mineralogischen Zusammensetzung und des Vorkommens, stellen sich mehrere Thatsachen fest:

---

[1]) Alb. Schmit. Ueber ein zweites Vorkommen von dichtem Vesuvian in den Schweizer Alpen. Verh. naturf. Ges. Bassel 1891 und in Eclogae geological helvetiae 1890. Vol. III, Bd. No. 1.

Herr Prof. Berwerth hatte die Güte mir mehrere Vesuvianstücke von *Piz-Longhin*, *Settimo*, *Slataust?* als Vergleichmaterial zur Verfügung zustellen. In jenen von Piz-Longhin habe ich ausser dem neugebildeten Pyroxen (Salit) und Chlorit auch einen weissen zuckerartigen isotropen Granat beobachtet. Der Vesuvianfels von Settimo ist ganz ähnlich dem von Piz-Longhin. Ueber diesem Vesuvian finde ich in der Litteratur nur die Analyse von Pisani: Idocrase de Settimo. (Alpes Rhetiques) Bul. Soc. franc. de Minéralogie 1892. [45].

Ich hoffe in kurzer Zeit alle meine Beobachtungen über ähnliche Gesteine, welche mir zur Untersuchung angeboten wurden, wie auch über die, welche ich an Ort und Stelle besucht habe, zusammenzustellen.

[2]) Stery Hunt Repert. Miner. Canad. 1847 und Geolog. Survey of Canada 1863.

Kunz Amer. Journ. Sc. III 27.

Dana System of Mineralogie 1892 und einige Erwähnungen in Justhus Roth und Hinze.

[3]) Traube. Mineralogie Schlesiens 1888 Neues Jahrbuch f. M. etc. 1889 [1].

[4]) Samuel Roth. Der Jekelsdorfer und Dobschauer Diallag-Serpentin. Földtanig Közloni XI 4—5 1881.

Breithaupt bezeichnet diesen Granat als einen U w a r o w i t. (Jahrbuch der K. K. Geolog Reichsanstalt 1859.

1) Das verbreitete Auftreten solcher Granat-Vesuvianfelse in den Serpentinen verschiedener Gebiete.

2) Von diesen sind einige unseren grobkörnigen saussuritähnlichen Granat-Vesuvianfelsen sehr ähnlich, welche mehr oder weniger mit den Gabbros (und Eufotiden) in Zusammenhang gefunden wurden;

3) Andere und nämlich die meist feinkörnigen oder dichten, ähnlich unseren dichtstruirten Gesteinen, wurden schon als Contactbildungen erkannt.

### b) *Entstehung der Granat-Vesuvianfelse vom Parîngu.*

Mit der auf viele Thatsachen begründeten Annahme, dass es sich nun bei den körnigen Silicatfelsen des Parîngu um eine Bildung aus derGruppe des Saussuritgabbros handelt, lässt sich in Vergleich mit den anderen Lagerstätten besonders das geologische Vorkommen leicht in Einklang bringen. Denn sehr häufig ist die Verbindung von Gabbrogesteinen mit Peridotiten und den daraus hervorgegangenen Serpentinen, die man fast allenthalben beobachten kann; besonders aber und für unsere Anschauungen werthvollerweisen sich die von MICHAEL untersuchten Vorkommnisse des *Fichtelgebirges*, von FRANCHI, NOVARESE, STELLA in *Piemont* und LOTTI auf der *Insel Elba*, als in jeder Beziehung gleichwerthige Bildungen, indem auch diese eben so wie am Parîngu in Butzen und Muggeln in einem Serpentin auftreten und von diesem durch chloritreiche Zonen geschieden werden. Während aber in Parîngu auf das ursprüngliche Gestein nur aus den vollendeten Pseudomorphosen geschlossen werden kann und eigentliche Gabbrogesteine höchstens in Spuren nachgewiesen werden konnten, liegen die Verhältnisse im *Fichtelgebirge*, *Piemont* und besonders auf der *Insel Elba* viel günstiger und manche Uebergänge zwischen normalen Gabbro- und Granat-Vesuvianfelsen können hier verfolgt werden.

Besonders wichtig und deutlich sind in dieser Hinsicht aber die von SCHÄFER[1]) studierten Allaliniten von *Ober Wallis* und die

[1]) W. R. SCHAEFER. Über die metamorphen Gabbrogesteinen des Allalingebietes in Wallis zwischen Zermatt und Saasthal. Tschermak's Mittheilungen XV.

von ARTINI und MELZI[1]) beschriebenen Gabbri granatiferi aus *Valsesia* in *Lombardia*.

Diese Gesteine, obwohl die etwas stärker umgewandelten von *Allalingletscher* und *Allalingrat* (Walis) nicht an Ort und Stelle gefunden wurden, stellen sich als ein Zwischenglied[2]) zwischen den Gabbrogesteinen und Granat-Vesuvianfels. Es ist zu erwähnen, dass im *Saasthale* sich die bekannten Minerallagerstätten von *Mittagshorn* und *Feegletscher* befinden, und es konnte ein solcher Zusammenhang zwischen Allaliniten und diesen Granatvesuvianlagerstätten stattfinden wie man das auf der Insel Elba zwischen den mehr oder weniger umgewandelten in dem Serpentin eingeschlossenen Eufotiden, und den sich ähnlich befindenden Granatfels festgestellt hat.

In dieser Weise enthält die Frage der Bildung der Granat-Vesuvianfelse von Parîngu zwei Puncte: 1) Die Entstehung der gabbroartigen Massen in dem Serpentin und 2) Die Umwandlungsvorgänge, welche diese Gabbros zu Granatvesuvianfelsen gebracht haben.

I. Die Art des Vorkommens der Muggeln von Granatvesuvianfels in dem Serpentin, der allmählige Uebergang von dem inneren körnigen Massen zum Serpentin über die Chloritzone, die Aehnlichkeit des Diallags aus dem Serpentin mit dem aus dem Granat-Vesuvianfels, alle diese Erscheinungen zeigen einen innigen Zusammenhang zwischen diesen Gesteinen, eine Verwandtschaft des ursprünglichen Gesteins des Granatvesuvianfels mit dem ursprünglichen Gestein des Serpentins. Wir finden hier, obwohl etwas durch die späteren Processe verwischt, dieselben Erscheinungen, welche gewöhnlich die Ausscheidungen, die Schlieren, der Eruptivgesteine darbieten, und welche mehrmal an den saueren Gesteine von MICHEL LÉVY, LACROIX, JOHNSTON-LAVIS, BROEGGER,

---

[1]) E. ARTINI e G. MELZI: Ricerche petrografiche e geologiche sulla Valsesia. Memoria del Reale Instituto Lombardo. Milano 1900 S. 275 (57).

[2]) Ebenso soll es mit dem von Hern Dr. GAREISS gesammelten Gestein von Wischkowitz bei Marienbad sein, an welchem Herr Prof. PELIKAN die Neubildung von Granat nach Augit bekannt gemacht hat. (Lotos No. 8. Prag. 1899. Eine Pseudomorphose von Granat nach Augit). Nach der mündlichen Mittheilung des Herrn Prof. PELIKAN ist das Gestein kein Diorit sondern ein etwas umgewandelter Gabbro.



FROSTERUS, LOEWINSON-LESSING[1]) etc. beschrieben wurden. Selbst die Serpentine stellen deutliche gabbroartige Ausscheidungen dar und die zahlreichen Beispiele, welche LOTTI[2]) an den Diabasen, Euphotiden und Serpentinen auf der *Insel Elba* wie auf dem Continent bewiesen hat, setzen die Frage in vollkommenste Klarheit. Dorten scheint das Urmagma sich als ein Ganzes darzustellen, welches sich so zerspalten hat, dass Diabas, Gabbro (Euphotid) und Lherzolit (Serpentin) nach einander erstarrt sind. Der Diabas befindet sich im oberen Theil der Massive (?), und taucht als unregelmässige Massen, Butzen, Knollen etc. in die Euphotide ein; der Peridotit scheint der unterste im Niveau zu sein und als letzter erstarrt, und verhält sich in derselben Weise zum Euphotid. Ebenso dürfte man die mehr oder weniger umgewandelten Saussurit-Gabbros von *Wurlitz* betrachten, und gleichfalls die öfters mit dem Saussuritgabbro in Zusammenhang stehend en aber stark umgewandelten und sich in Serpentin befindenden körnigen Gesteine, wie die aus Piemont, die vorliegenden körnigen Granatvesuvianfelse aus dem Parîngu, etc.

Der heutige Zustand unserer Gesteine erlaubt nicht mehr eine Classification der Gesteine, welche als Muggeln sich in Serpentin vorfinden, festzustellen; doch ich erwähne hier, dass Gesteine mit einer ophitischen und besonders mit einer so zu sagen porphyrischen Structur reichlich beobachtet wurden. Wenn man aber die im Serpentin eingeschlossenen Amphibolite (S. 92) für umgewandelte Gabbros (Euphotide) und die Chloritschiefer und Prasinite der Schieferhülle als aus Diabastuffen und Diabasen stammende Gesteine betrachten will, dann könnte man auch in Parîngu-Massiv eine ähnliche Reihe von Gesteinen und fast in dem selben Zusammenhang

---

[1]) Für die Litteratur gibt es eine synthetische Zusammenstellung bei dem zweiten Capitel «zur Frage über die Differentiation und Krystallisation der Magmen» aus den «Studien über die Eruptivgesteine von F. LOEWINSON-LESSING 1899. Mémoire présenté au congrès géologique international de St. Petersburg.

Ich erwähne noch: A. LACROIX. Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. Les Contacts de la Haute-Ariège. Bulletin de la Carte géologique de la France X 1898 et Les Contacts de la Haute Ariège, de l'Aude des Pyrénees orientales et des Hautes Pyrénées. Ibid XI 1900. Dann: III Bd. von dem Livre-Guide du Congrès géologique 1900: Pyrénées (Roches Cristallines) und XIV Bd.: Massif du Mare, Chaine des Puys et Limagne von MICHEL LÉVY.

[2])B. LOTTI. Descrizione geologica dell'Isola d'Elba l.c. Roccie ofiolitiche eoceniche S. 88-110.

S. FRANCHI drückt sich deutlich für das Hervorgehen der «Granatiti» aus den Euphotiden aus Notizie sopra alcune metamorfosi di eufotidi e diabasi nelle Alpi occidentali l. c. Seite 7 und Fussnota.

wie auf der Insel Elba, in Toscana und in Ligurien beobachtet wurde [1]), feststellen. Abgesehen davon und nur durch den Vergleich unserer Gesteine mit ähnlichen aber nicht so stark umgewandelten, auch in Serpentin eingeschlossenen gabbroartigen Gesteinen, stellt sich die Thatsache fest, dass die körnigen Granatvesuvianfelse vom Parîngu sich als umgewandelte gabbroartige Ausscheidungen aus dem peridotitischen Magma vorstellen.

Ob dieselben Schlüsse in allen Fällen auch für die feinkörnigen bis dichten Granatfelse zutreffen, ist nicht eben so sicher zu entscheiden, da in diesen wohl Feldspathandeutungen nicht beobachtet wurden, und schliesslich die charakteristische Erscheinung, die Structur der grobkörnigen Varietäten, hier sehr undeutlich geworden ist. Ob man in diesen Umwandlungsproducten ähnlich zusammengesetzte nur ursprünglich vollständig dichte Gesteine sehen darf, worauf vielleicht das Auftreten der eigenthümlichen stäbchenförmigen Granatpseudomorphosen hinweist, die man als Pseudomorphosen nach Plagioklasleisten auffassen könnte, oder ob hier hornfelsartige Bildungen in eigentlichem Sinn des Wortes vorliegen, wird sich kaum entscheiden lassen.

Diese dichten und feinkörnigen Gesteine erinnern doch an viele Erscheinungen, welche man um und in den enallogenen Einschlüssen sowie in der Nähe der Salbänder verschiedener Gänge beobachtet hat.

Besonders mag auf die Verhältnisse hingewiesen werden, welche LAWSON in den Gängen von Kongadiabas in *Rayni-Lake*-Gebiet beobachtet hat: «Die Gänge (im Granit) sind 60—150 Fuss mächtig, grobkörnig und im Centrum gabbroähnlich, nach dem Rande hin werden sie zunächst ophitisch, am Salband aphanitisch mit ausgesprochener porphyrischer Structur. Chloritische Bildungen,

[1]) Ich erinnere mich eines Gesprächs, welches ich mit Herrn Geh. R. ROSENBUSCH in Heidelberg gehabt habe, welcher mich auf die Art des Vorkommens des Serpentins als wiederholte intrusive Lager und Schichten zwischen den wechsellagernden Grünschiefer aufmerksam gemacht hat. Die letzteren zeigen die Erscheinungen der aus Ergussgesteinen stammenden Schiefer und ausser der Art des Vorkommens scheint der fast vollständige Mangel einer Contactzone, abgesehen die Epidotisierung der Chloritschiefer, einen Zusammenhang des Serpentins mit den ehemaligen Diabasen anzudeuten. Nach meinen Beobachtungen in Piemont und Insei Elba, und besonders nach den neueren Untersuchungen der Grünschiefer gewinnt diese Hypothese an Wahrscheinlichkeit; wenigstens ist die Möglichkeit solcher Thatsache auch in Parîngu nicht ausgeschlossen.

die randlich ziemlich häufig sind, fehlen dem Centrum gänzlich; Quarz ist reichlich im Centrum vorhanden und wird gegen die Salbänder spärlich; Grossular tritt im grobkörnigem Centrum auf, wird in den mittelkörnigen reichlich und verschwindet mehr oder weniger vollständig an den Salbänder. Bronzit in idiomorphen Einsprenglingen erscheint in der porphyrischen Randzone und fehlt den körnigen Gangcentren; der Augit ist durchweg polisomatisch...» [2]) Diese Beschreibung der Konga-Diabasgänge erinnert sehr an einige Muggeln von feinkörnigen und dichten Granatfels aus dem Parîngu (vergl. S. 72); es wäre noch hervorzuheben, dass sie in innigem Zusammenhange mit eigentlichen Kalksilicathornfelse stehen, und die letzteren sind ganz ähnlich den in dem Serpentin eingeschlossenen, von ***Mussa Alpe*** und anderen Fundorten in ***Alathal*** und dem am Contact des Serpentins mit dem Kalksteine und Chloritschiefer auftretenden Granat-Vesuvianfels von *Islitzfall* bei ***Prägratten***, *Slataust*-Bezirk im Ural etc. wie auch ähnlich dem bekannten, am Contact oder in dem Granit und dessen abweichenden Gesteinen (Diorit, Norit etc.) der ***Pyrenéen*** und des ***Plateau Central***, in dem Monzonit und den abweichenden Gesteinen (Gabbro, Diabas etc.) von ***Predazzo*** und ***Monzoni***, in den Banatiten des ***Banat***, etc., eingeschlossenen Granat-Vesuvian-Epidot-Pyroxen-Wollastonit-Fassait-führenden mehr oder weniger dichten Gesteine.

Der allmählige Uebergang von den grobkörnigen bis zu den feinkörnigen und dichten Granatfels, und die Verwandtschaft der letzteren mit den Contactgesteinen stellen die merkwürdigen Einschlüsse des Serpentins von Parîngu als eine typische Erscheinung des endomorphen Metamorphismus des Peridotits vor. Es findet sich in dem Serpentin vom Parîngu eine vollkommene Reihe von den enallogenen, durch «exopolygenen» bis zu den «endopolygenen» Einschlüssen LACROIX's [3]), und sie bieten ein deutliches Beispiel, mit den charakteristischen Erscheinungen für die Assimilationstheorie dar, nämlich:

1) Eine osmotische Beeinflussung und Umwandlung der enallo-

[1]) Siehe die Litteratur in LOEWINSON-LESSING. l. c. S. 178 und folgende.

[2]) Nach ROSENBUSCH's Physiographie der massigen Gesteine 1896. S. 1145.

[3]) A. LACROIX. Le granite des Pyrénées et ses phénomenes de Contact II. l. c. 1900. Seite 20 u. f.

genen Einschlüsse zur Granatpyroxenhornfelse durch die Gase und Dämpfe («Agents minéralisateurs»), welche das Magma begleiten, d. i. Bildung der dichten Granatpyroxenfelse, der exopolygenen Einschlüsse, welche wir schon als solche vor der Serpentinisierung des Lherzolits bewiesen haben.

2) Eine physikochemische Beeinflussung der eingeschlossenen und vollständig assimilierten fremden Materien auf das peridotitische Magma, welche in einigen Centren eine Spaltung verursacht hat, und zur Entstehung anderer Gesteine als die, welche bei der Erstarung des Magmas entstehen sollte, geführt hat.

Während die ersteren mehr die Charaktere des Contactmetamorphismus, so zu sagen eine symplektische Bildung zeigen, bieten die letzteren solche Erscheinungen dar, und lassen solche Processe vermuthen, welche LOEWINSON-LESSING in der «syntektischen Liquationstheorie» (Einschmelzungstheorie) zusammenfasst.

Die Entstehung des Granats (Grossular) und Pyroxens, Mineralien welche den exopolygenen Kalkeinschlüssen und dem Contact der Tiefengesteine mit den Kalksteinen eigen sind, deutet auch in unserem Falle auf Einschlüsse in dem peridotitischen Magma von Kalkstein und Kalkglimmerschiefern. Es ist aber hier zu bemerken: Während an allen bis jetzt studierten saueren Gesteinen, welche solchen endomorphen Metamorphismus zeigen, sich bestätigt, dass durch die Einschmelzung der Nebengesteine und besonders Kalksteine immer basischere Gesteine entstanden sind, (Pyreneen, Centrals Plateau Monzoni etc.), stellt unser Fall (wie auch die ähnlichen Ausscheidungen aus den genannten Fundorten) fest, dass durch die Einschmelzung des Kalks in einem basischen Mg-Magma eine Erhöhung der Acidität in jenem Centrum befördert ist. Das zeigt: dass die Einschmelzung der fremden Materien in einem Magma nicht als eine einfache Mischung der verschiedenen Substanzen betrachten werden soll, und dass man dadurch bei der Erstarrung die Entstehung eines Gestein von einer durchschnittlichen Zusammensetzung nicht zu schliessen vermag, sondern, die Einschmelzung fremder Materien bringt solche chemische und physikalische Veränderungen, besonders physikalische, hervor, welche zu einer Spaltung im Magma führen; in dem Falle der Einschmelzung des Kalkes in saueren

Magmen wird eine basische, in den basischen Magmen aber eine im Vergleich mit dem Ganzen, sauere Ausscheidung stattfinden.

Durch die Einschmelzung anderer Nebengesteine wie Kalkglimmer-Chloritschiefer oder Quarzite fand eine saurere Ausscheidung statt, welche bei der Erstarrung ein Gabbro geliefert hat, das ursprüngliche Gestein der Amfibolite (S. 92).

Niemand zweifelt, dass die basische Ausscheidungen der saueren Gesteine (homaeogene und endopolygene Einschlüsse) vorher erstarrt sind, als das Magma sich verfestigte; für die Erstarrungsfolge in unseren Gesteinen finden wir aber keinen Anhaltspunkt. Nach LOTTI sollte die Erstarrungsfolge des basischen Magma auf der Insel Elba: Diabas, Eufotid (Gabbro), Serpentin (Lherzolit) sein [4]).

Es ist möglich eine solche Reihe auch an unseren Gesteinen zu beweisen und das wäre also noch ein Fall, welcher gegen der Regel ROSENBUSCH'S und Reihe LAGORIO'S spricht.

2. Der zweite kritische Moment unserer körnigen (gabbroischen) Gesteine, ist der des Umwandlungprocesses im Granat-Vesuvianfels. Für die ähnlichen Gesteine von *Wurlitz* bei *Wojaleite*, welche sich an Saussuritgabbros anschliessen, nimmt MICHAEL die Beeinflussung durch dynamische Kräfte an; man behauptet ebenfalls dasselbe für die Entstehung des Grossulars auf Kosten des Olivins und des Plagioklases in den Allaliniten, Gesteine, welche besonders in den chemischen Beziehungen den unseren ähnlich sind. Die Umwandlung des vermutheten Plagioklas unserer Gesteine hat vieles mit der Saussuritisierung gemein: es entsteht hier wie dort ein dichtes Aggregat von Kalkthonsilicate.

Bekanntlich fasst man heut zu Tage gewöhnlich die Umbildung des Plagioklases in Saussurit als eine charakteristische Erscheinung der Dynamometamorphose auf, welche sich als eine einfache Umlagerung des kalkreichen Plagioklases in das Aggregat der specifisch viel schwereren Kalkthonerdesilicate darstellen würde. Dass derartige Umwandlungen in Parîngu nicht ausgeschlossen sind, darauf weisen die stark gestörten und dislocierten Verhältnisse allent-

[4]) Nicht nur aus dem Satz «masse irregolari frammentarie di eufotide sono incluse nella Serpentina e di diabase nell'eufotide». LOTTI l. c. S. 97. sondern auch nach dem Vorkommen und der Lagerungsverhältnisse konnte man das schliessen.

halben hin, wie auch die stark saussuritisierten und uralitisierten Amphibolite und Prasinite. Darin einen zwingenden Beweis für die dynamometamorphose Entstehung der Granat-Vesuvianfelsen zu suche oder ob nicht andere mit der vulkanischen Thätigkeit in Zusammenhang stehende Processe angenommen werden können, ist direct nicht zu übersehen; doch soll hier darauf hingewiesen werden, dass ähnliche Umwandlungen auch unter Verhältnissen beobachtet worden sind, welche nur die Wirkung der gebirgsbildenden Processe nicht gerade sehr wahrscheinlich machen. Ausserdem sind die Art der Umwandlung, Bildung echter Pseudomorphosen, die Natur der neuentstandenen Mineralien, die Identität der in Klüften mit den gesteinbildenden Mineralien, die Structur der Gestein, die Spuren der mineralbildenden Wässer in den Klüften, so viele Erscheinungen, welche für eine andere Art der Metasomatose als für Dynamometamorphose sprechen.

Eine einfache Metasomatose durch den Athmosphärilien wie Termier[1]) für die Gesteine der Seealpen (Pelvoux Gebiet) vermuthet, scheint mir in diesem Falle nicht die passendste. Es ist wahr dass seine Meinung über den Gang der Metasomatose einfach und klar ist: «L'eau qui arrive au contact d'une roche éruptive basique a traversé péalablement d'autres roches; si elle n'est pas pure il y a deux cas à distinguer. Ou bien cette eau saturée de silicate et d'aluminate de chaux est impuissante à décalcifier. Son action sur la roche en question sera l'ablation de la soude, du fer et dans une faible mesure, de la magnésie, et le developpement sur place de nouvelles combinaisons calciques, comme l'epidote, la zoisite, la wernérite.

«Ou bien cette eau n'est pas saturée de silicate et d'aluminate de chaux. Elle agira alors comme cause décalcifiante, et d'autant plus énergiquement qu'elle apporte avec elle une plus grande quantité de silicates alcalins[2])» (Seite 190 l.c.).

Obwohl ich die Thätigkeit der Athmospärilien nicht verneine, scheint es mir doch dass man solchen Kräften zu grosse Wirkung zuschreibt, und wenn man sich die Entkalkung der Gesteine von *Pel-*

---

[1]) P. Termier. Sur l'élimination de la chaux par metasomatose dans les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux. Bul. d. l. Soc. géol. d. France XXVI 1898.

[2]) Auch Lacroix setzt die Dipyrisation einiger Ophite und anderer Gesteine der Pyreneen (Granit von Lac de Lherz etc.) auf die Rechnung der Athmosphaerilien.

*voux* doch leicht vorstellen konnte, ist die Entstehung des Granat- und Vesuvian, eigentliche Contactmineralien, in den Klüften durch die einfache Wirkung der kalkführenden von oben herunterfliessenden Wässer schwer zu erklären. TERMIER fragt sich gerade: «Pourquoi la wernérite si habituelle dans les Pyrénées n'existe elle pas dans les Alpes?» Ich glaube deshalb weil in den Pyreneen der Dipyr als Contactmineral vortritt, und durch pneumatolitische Vorgänge auch in den Gesteinen wo man den Dipyr als Verwitterungsproduct der Feldspäthe beschrieben hat, entstanden ist.

Die Processe, welche WEINSCHENK[1]) für die Entstehung der Granat-Vesuvianfelse aus dem Serpentin der Central-Alpen erweisst, scheinen mir viel wahrscheinlicher: «Das verfestige Stubachit erlitt nun durch die fortdauernden Einflusse der Gebirgsfaltung eine innere Zermalmung, wodurch es ermöglicht wurde, dass die der Intrusion folgenden Exhalationen von Dämpfen und Gasen, das ganze Gestein gleichmässig durchdrungen und mehr oder weniger vollständig von der Tiefe aus in Serpentin umwandelten. In diese so veränderten Gesteine ergossen sich überhitzte Lösungen, als die letzte Bethätigkeit der vulkanischen Kräfte; diese Lösungen... enthielten neben Magnesiasilicate in grösserer Menge Thonerde und Kalk, und gaben nun einestheils zu Absätzen von Kalkthonerde-und Kalkmagnesiasilicate Anlass, anderntheils aber veränderten sie auch das umgebende Gestein dieser Gänge...»

Doch bei der Annahme dass unsere Gesteine von olivinführenden Gabbros stammen stellt sich der Process einfacher vor: Thonerde und etwas Kalk war schon in unseren Gesteinen; nun eine Zufuhr von Kalk sollte stattfinden um die Granatbildung vor sich gehen zu lassen. Die Art der Umwandlung der Mineralien auch der dichten Gesteine wie auch die Natur des neuentstandenen Products bedeuten eine pneumatolitische und pneumatohydatogene Wirkung.

Wenn wir alle Beobachtungen zusammenfassen, so kommen wir zu dem Schluss dass die wahrscheinliche Erklärung für die körnigen Kalksilicatfelse des Parîngu die Herleitung aus olivinführenden Gabbrogesteine ist, welche im Form kleiner Putzen aus dem ursprünglichen Schmelzfluss des Peridotits (Lherzolith) durch

[1]) E. WEINSCHENK. Ueber die Peridotiten etc. Beiträge zu petrog des Gross-Venedigerstoches l. c. 1894. Seite 61 (711).

die Einschmelzung und Assimilierung der Einschlüsse von Kalkstein sich abgeschieden haben, und somit einfach, magmatische Spaltungsproducte des peridotitischen Magmas darstellen. Die Umwandlung, welche dieselben erlitten haben, dürfte ihre chemische Zusammensetzung nicht sehr weit gehend beeinflusst haben, so dass wir den chemischen Typus der ursprünglichen Gesteine aus den oben gegebenen Analysen uns reconstruiren können. Dass die Processe aber nicht als einfache moleculare Umlagerungen aufzufassen sind, darauf weist schon das Auftreten zahlreicher Adern hin, welche mit ähnlichen Silicaten erfüllt sind, wie die das Hauptgestein zusammensetzenden, dasselbe in allen Richtungen durchziehen und eine eigenthümliche Abhängigkeit von der Mineralcombination der umgebenden Gesteine aufweisen. Auch die Abzweigungen welche die chloritische Randzone der Butzen und Muggeln in das Innere derselben hineinsenden, wie auch die Serpentinisierung der dichte Granatpyroxenfelse scheinen auf compliciertere Processen zu deuten.

## 2. Zusammenstellung der Ergebnisse.

Die makroskopischen und chemischen Studien über Serpentin und seine interessanten Einschlüsse von Kalksilicatfels, so wie die Beobachtungen an Ort und Stelle und der Vergleich mit ähnlichen Gesteinen, haben folgende Thatsache ergeben.

I. Der Serpentin ist ein Umwandlungsproduct eines Olivinpyroxen-Gesteines.

1. Nach der Structur der Hauptmasse und nach den Mineralienresten, welche in dem Serpentin noch vorhanden sind, war dieses Gestein ein Peridotit aus der Reihe der Lherzolite. Seine Hauptgemengtheile waren: Olivin Diallag Bronzit. Nebengemengtheile: Ilmenit, Titanit, Magnetit, Picotit etc.

2. Das basiche Magma ist an mehreren Puncten längs der Jietzu-Latoritza-Verwerfung emporgedrungen. Sein Weg war aber nicht bis an die Oberfläche frei; es musste die Grünschiefer stören. Der grösste Theil des Magma hat dieselben durchsetzt und hat die vorhandenen, oder in der Zeit seines Emporganges durch die Gebirgsfaltungen gebildeten Hohlräume ausgefüllt. Nur zum kleinsten Theile hat sich das Magma zwischen die permocarbonischen Ablagerungen und

die Grünschiefern eingelagert, und noch schwächer hat es die permo-carbonischen Schiefer durchdrungen.

3. Sein Alter ist postcarbonisch, wahrscheinlich auch postliasisch.

4. Nach Erstarrung der intrusiven Lager beginnt der Process der Serpentinisierung durch die postvulkanischen Fumarollen und Thermalquellen.

5. Wir finden heute den Serpentin in der Form von intrusiven Bändern nur in den Grünschiefern und als mächtigere Lager in den Synklinalen derselben. Der Serpentin ist denselben Bewegungen und Störungen wie die umgebenden Schiefer unterlegen, deswegen ist er schalig und schiefrig geworden.

6. Der exomorphe Contact mit den Schiefern ist durch das Auftreten von Epidotalbitschiefer und Epidothornfelse charakterisiert. Nur selten treten eine Pyroxen- u. Granatführende Bildung auf. Die Mächtigkeit der Epidotschiefer ist verschieden, aber die der letzteren Gesteine ist nur auf einige Decimeter beschränkt. Manchmal treten auch Talkschiefer am Contacte auf.

7. In den mächtigeren Lagern des Serpentins und nur weit von dem Serpentinwurzeln entfernt, befinden sich mit dem Serpentin innig verbundene Butzen oder getrennte Muggeln von Granat-Vesuvianfels und Linsen von einem Amphibolit, welche als endomorphe Contacterscheinungen sich vorstellen.

8. Die Butzen und Muggeln waren schon vor der Serpentinisierung des Lherzolitsdarin nen, weil sie längs der Klüfte und äusserlich serpentinisiert sind.

II. Die Granat-Vesuvianfelse sind zweierlei:

A. Hornfelse ähnlich dem bekannten Contactsilikatfels am Contact der Eruptivgesteine mit den Kalken; sie stellen eigentliche exopolygene Einschlüsse dar.

B. Körnige Gesteine; sie sind Umwandlungsproducte gabbroartiger Ausscheidungen, endopolygener Einschlüsse, durch eine syntektische Liquation in dem peridotitischen Schmelzfluss.

1. Es gibt einen innigen Zusammenhang zwischen Serpentin und Granat-Vesuvianfels. In den Butzen findet sich ein allmähliger Uebergang von Antigoritserpentin durch eine mikroskopische Mischung von Antigorit und Chlorit zur Chloritzone, und von dieser zum Granat-Vesuvianfels. Obwohl die Muggeln durch eine Tren-

nungsfläche von dem schaligen Serpentin getrennt sind, haben sie doch alle ohne Ausnahme ringsum eine Serpentinhülle. Der allmählige Uebergang von Serpentin zum Granatfels geht auch hier durch eine Chloritzone, der viel Antigorit beigemischt ist.

2. Chemisch bestanden die Ausscheidungen in ihrem Centrum aus einer Kalk- und Thonerdereichen Masse, welche gegen den Rand der Knollen immer ärmer an Kalk und Thon wurde. Vom Innern aus unterscheidet man drei Schichten: ein Centrum von Kalkmagnesiathonsilicaten, eine Mittelzone von Magnesiathonsilicate, und endlich die grosse Magnesiaeisensilicatmasse, Schichten, welche durch allmähliche Uebergänge unter einander verbunden sind.

3. Die mineralogische Untersuchung der Muggeln und Butzen zeigt im Allgemeinen: Pyroxen (Diallag, Fassait-Diopsid), Granat (Grossular, Hessonit) Vesuvian, Chlorit, Epidot und Klinozoisit, Lotrit als Hauptgemengtheile, Ilmenit, Titanit, Rutil, Zirkon, Apatit und Magnetit als Nebengemengtheile. Unter den ersteren ist nur der Diallag primär, die anderen sind die Umwandlungsproducte verschiedener ehemaligen Mineralien.

4. Die chemische und mineralogische Zusammensetzung wie die Structur der Knollen weist auf einen ursprünglichen Gabbro hin, welcher gegen den Rand zu immer olivinreicher und ärmer an Feldspath wurde. Bei der Umwandlung bleiben nur Reste des Pyroxens in ursprünglicher Form erhalten, während Olivin und Plagioklas vollständig von dem Aggregat der neugebildeten Mineralien ersetzt wurden.

5. Die Art der Umwandlung hat mit der Saussuritbildung grosse Aehnlichkeit, doch weder der Dynamometamorphismus noch die Metasomatose durch Athmosphärilien genügen um die chemischen Processe zu erklären; die pneumatolitische und pneumatohidatogene (postvulcanische) Thätigkeit hat die grösste Wahrscheinlichkeit diese Umwandlungen der körnigen wie der dichten Gesteine verursacht zu haben.

III. Die Amphibolite sind ebenfalls saussuritisierte mehr sauere Gabbroausscheidungen, welche gewiss durch andere eingeschmolzene Materien (Quarzite, Grünschiefer oder Kalkglimmerschiefer) als Kalksteine entstanden sind.

## TAFEL I

Fig. 1 u. 2. Pseudosphärolitische Structur des Antigorit-Serpentins mit Antigoritzwillingen. Serpentin von der Latoritza dreaptă. 65×, N+.

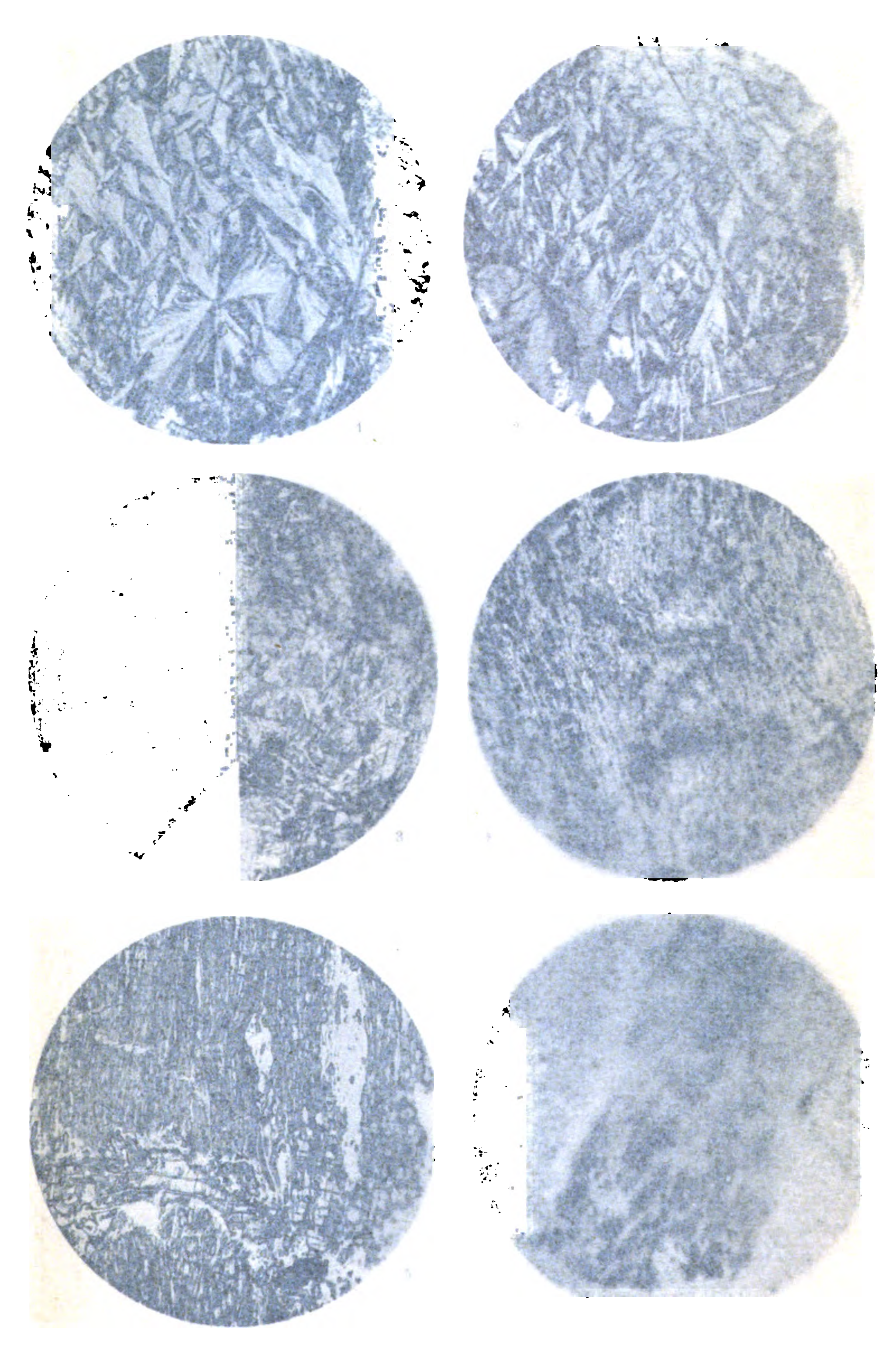
Fig. 3. Linke Hälfte: Rhomben von neugebildetem Fassait im Antigorit. Serpentin von dem Urdakamm. 40×, N+.
Rechte Hälfte; Rhomben und Nädelchen von neuentstandenem Fassait in dem Diallag der Granat-Vesuvianfelse des Urdathals. 65×, N+.

Fig. 4. Entstehung des Granates entlang der Spaltungen und der Sprünge des Diallags. Granatfels aus dem Urdathal nördlich von dem Boroncioiafall. 50×, N+

Fig. 5. Bildung von Granat und Chlorit entlang der Sprünge in dem Diallag. Granatfels aus dem Urdathal nördlich von dem Boronciόiafall. 50×, N ||

Fig. 6. Eine Pyroxenlamelle in Chlorit mit eingereihten Granat- und Vesuvian Körner umgewandelt; einige Pyroxenresten finden sich noch in dem Chlorit vor. Granat- Vesuvianfels von der Fouquéspitze 40×, N+.

G. M. [illegible] — [illegible]



[illegible]

TAFEL I

[illegible] Struktur des An[illegible]-Serpentin mit Antigorit-[illegible] der Lucoritza [illegible] $65\times$, N [illegible]

[illegible] von [illegible] gebildeten F[illegible] mit Antigorit. Serpentin [illegible] $40\times$, N+.

[illegible] und Nadelchen von [illegible] Fassait in den [illegible] Vesuvianfelse des Urdachals. $65\times$ N+.

[illegible] entlang der Spaltungen und der Sprünge des Dial[illegible] aus dem Urdtal nördlich von dem Borondolafall. $50\times$, N [illegible]

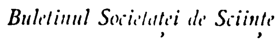
[illegible] von G[illegible] und Chlorit entlang der Sprünge in dem Diallag. Gra[illegible] is aus dem Urdtal nördlich von dem Borondolafall. $50\times$, N [illegible]

[illegible] 6 [illegible] Pyroxennadeln in Chlorit mit eingereihten Granat- und Vesuvian-K[illegible] umgewandelt; einige Pyroxenreste finden sich noch in [illegible] Granat-Vesuvianfels von der [illegible] $40\times$. N+.

1 2

3 4

5 6






## TAFEL II

Fig. 1. Pyroxenlamelle vollständig in Chlorit mit einigen zonaren Vesuviankörnern umgewandelt. Vesuvianfels des Urdathal, Boronciòiafall. 30×, N+.

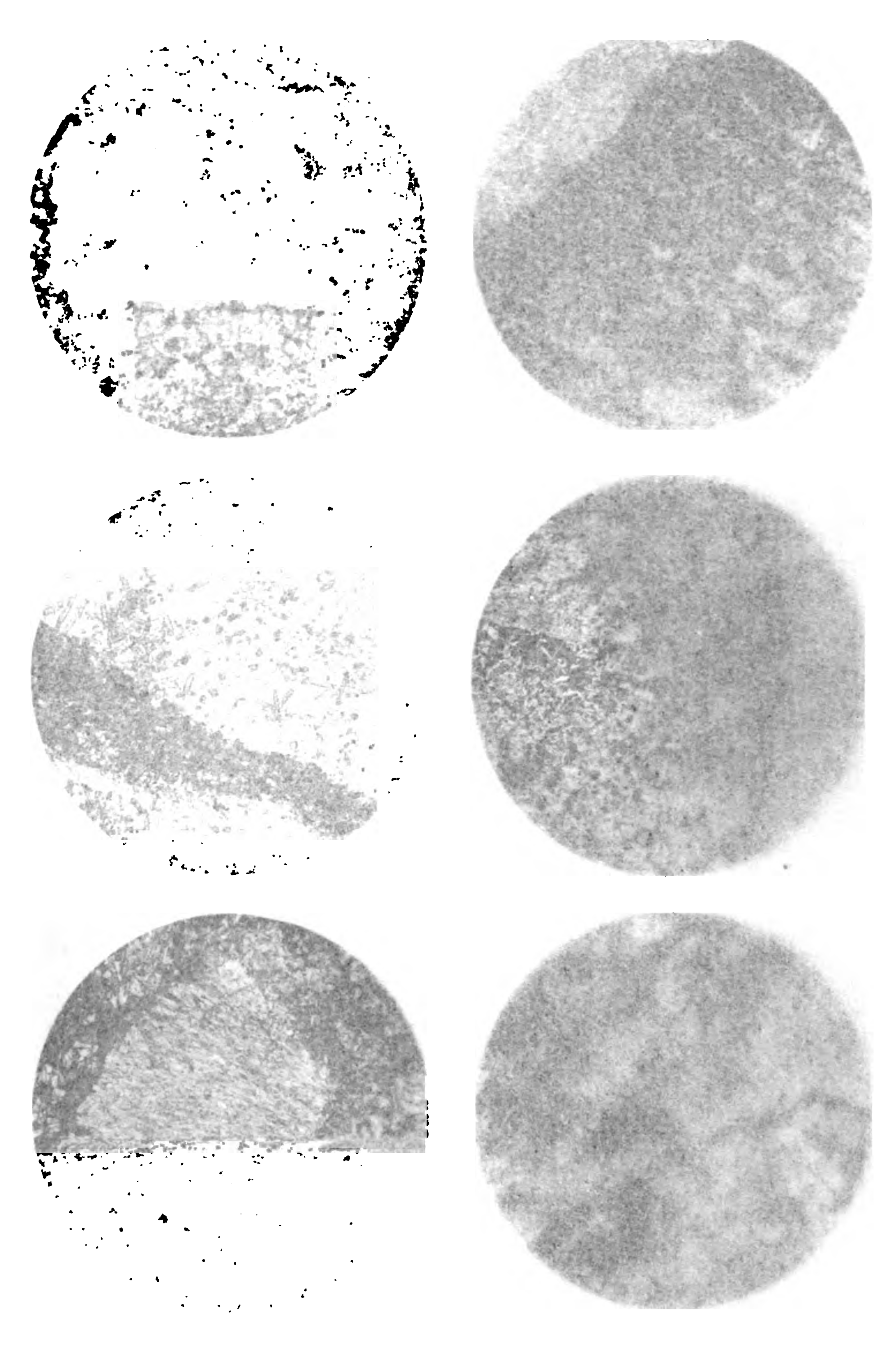
Fig. 2. Granat und Chlorit nach dem Diallag; man erkennt noch die Spaltungen des Diallags. Vesuvian nach Anorthit?. Granat- Vesuvianfels von der Fouqué-spitze. 50× N+.

Fig. 3. Pyroxen im Gange der Umwandlung: Chloritmasse und radialgewachsene Vesuvianmikroliten. Vesuvianfels von dem Urdathal 40×, N ||.

Fig. 4. Saussurit, aus kleinen Mikroliten von Zoisit, Epidot, Fassait, Granat bestehend in einer fast isotropen Chloritmasse. Ein Diallag in feinfaserigen Diopsid (Fassait?) umgewandelt; am Rand sind noch einigen Reste des ursprünglichen Diallags übriggeblieben. Kalksilicatfels von der Fouquéspitze 50×, N+.

Fig. 5. Obere-Hälfte Diallaglamelle aus einem dichten Pyroxenfels in feinfaserigen Diopsid (Fassait?) umgewandelt. Pyroxenfels aus dem Urdathal. 65×, N+. Untere Hälfte: Antigorit und Chlorit zusammenverwachsen. 65×, N+.

Fig. 6. Dichter Granatfels mit umgewandelten Einsprenglingen. Entlang einer Kluft sieht man auch eine Diopsid-Neubildung auf Kosten des Granats der Einsprenglinge. Dichter Granatfels von dem Urdakamm. 50×, N+.



TAFEL II

[illegible] n. [illegible] vollständig in Chlorit mit einigen zonaren Vesuviankörnern [illegible]. Vesuvianfels des Urdathal, Boroncidiatall. 50×, N+.

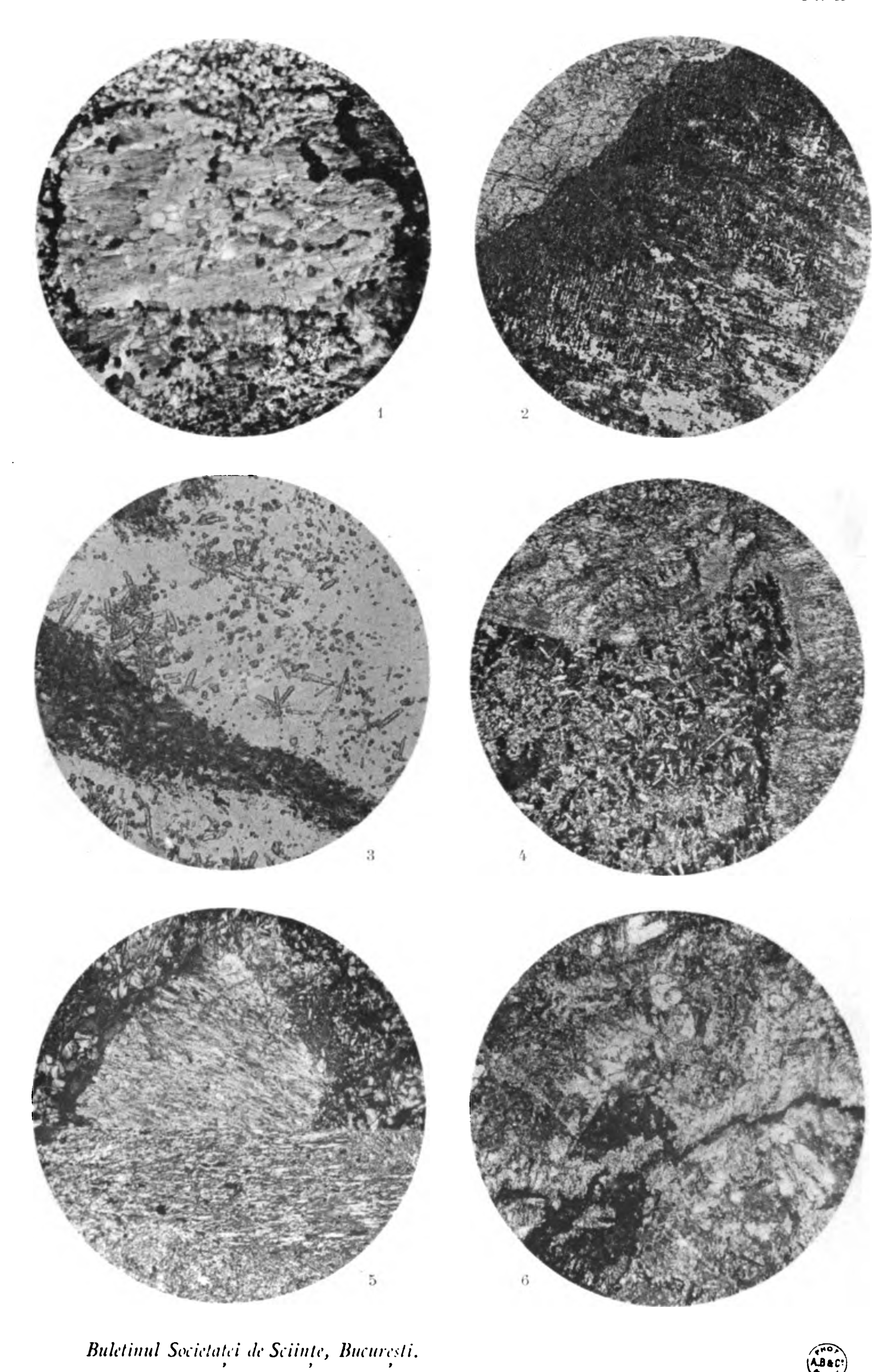
[illegible] Granat und Chlorit nach dem Diallag; man erkennt noch die Spaltungen des Diallags. Vesuvian nach Anorthit. Granat-Vesuvianfels von der Fouqué-spitze 50× N+.

Fig. 3. Pyroxen im [illegible] der Umwandlung: Chloritmasse und radialgewachsene Vesuviankörner [illegible]. Vesuvianfels von dem Urdathal 40×, N ||.

Fig. 4. Saussurit, aus kleinen [illegible] von [illegible] Epidot, Fassait, Granat bestehend in einer fast isotropen Chloritmasse. [illegible] Diallag in feinfaserigen Diopsid (Fassait?) umgewandelt, [illegible] Reste des ursprünglichen Diallags übrig[illegible] von der Fouquéspitze 50×, N+.

Fig. 5. Obere-Hälfte Diallaglamelle aus einem [illegible] Pyroxenfels in feinfaserigen Diopsid (Fassait?) umgewandelt. Pyroxenfels aus dem Urdathal. 65×, N+.
Untere Hälfte: Antigorit und Chlorit zusammenverwachsen. 65×, N+.

Fig. 6. Dichter Granatfels mit umgewandelten Einsprenglingen. Entlang einer Kluft sieht man auch eine Diopsid-Neubildung auf Kosten des Granats der Einsprenglinge. Dichter Granatfels von dem Urdakamm. 50×. N+.


1
2
3
4
5
6

## TAFEL III

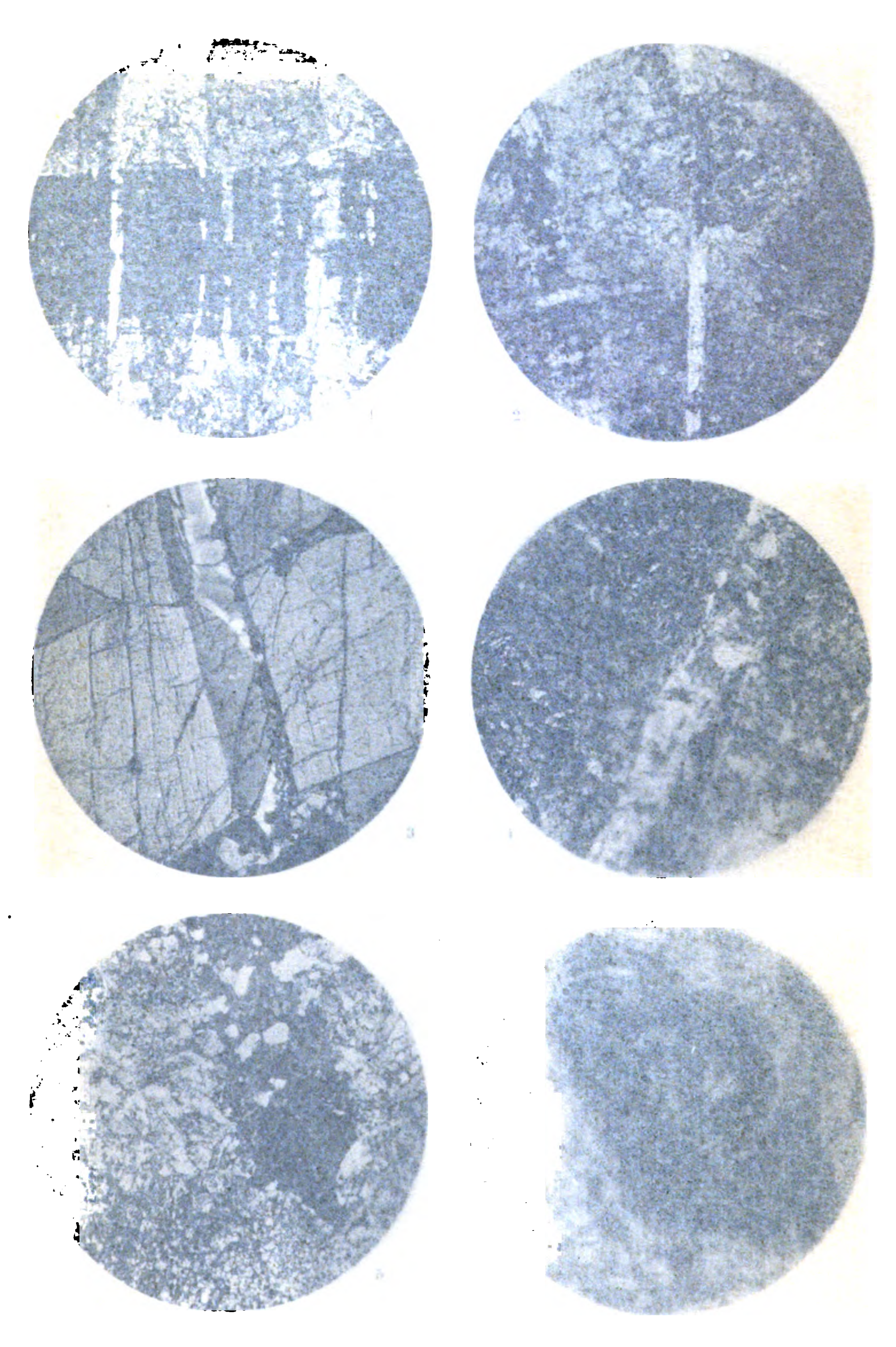
Fig. 1 u. 2. Granat-und Pyroxen-Adern sich durchkreuzend, in dem hornfelsartigen Granatfels vom Urdakamm. 50×, N+.

Fig. 3. Zerbrochener und fortgewachsener Vesuvian aus eine Ader. Ein Theil de Klüfte wird durch Chlorit ausgefüllt. Vesuvianfels aus dem Urdathal, Boroncioaiafall. 50×, N+.

Fig. 4. Pyroxenader welcher in dem Serpentin (obere Hälfte) serpentinisiert wird, aber in dem Granatpyronxenfels (untere Hälfte) noch frisch erhalten geblieben ist. Hornfelsartiger Granatfels von dem Urdakamm 50×, N+.

Fig. 5. Granatader, welcher in dem Serpentin (unterer Theil) in Antigorit umgewandelt wird. ibidem 50×, N+.

Fig. 6. Neubildung von Titanit nach Rutil. Vesuvianfels aus dem Urdathal. 50×, N ||



TAFEL [illegible]

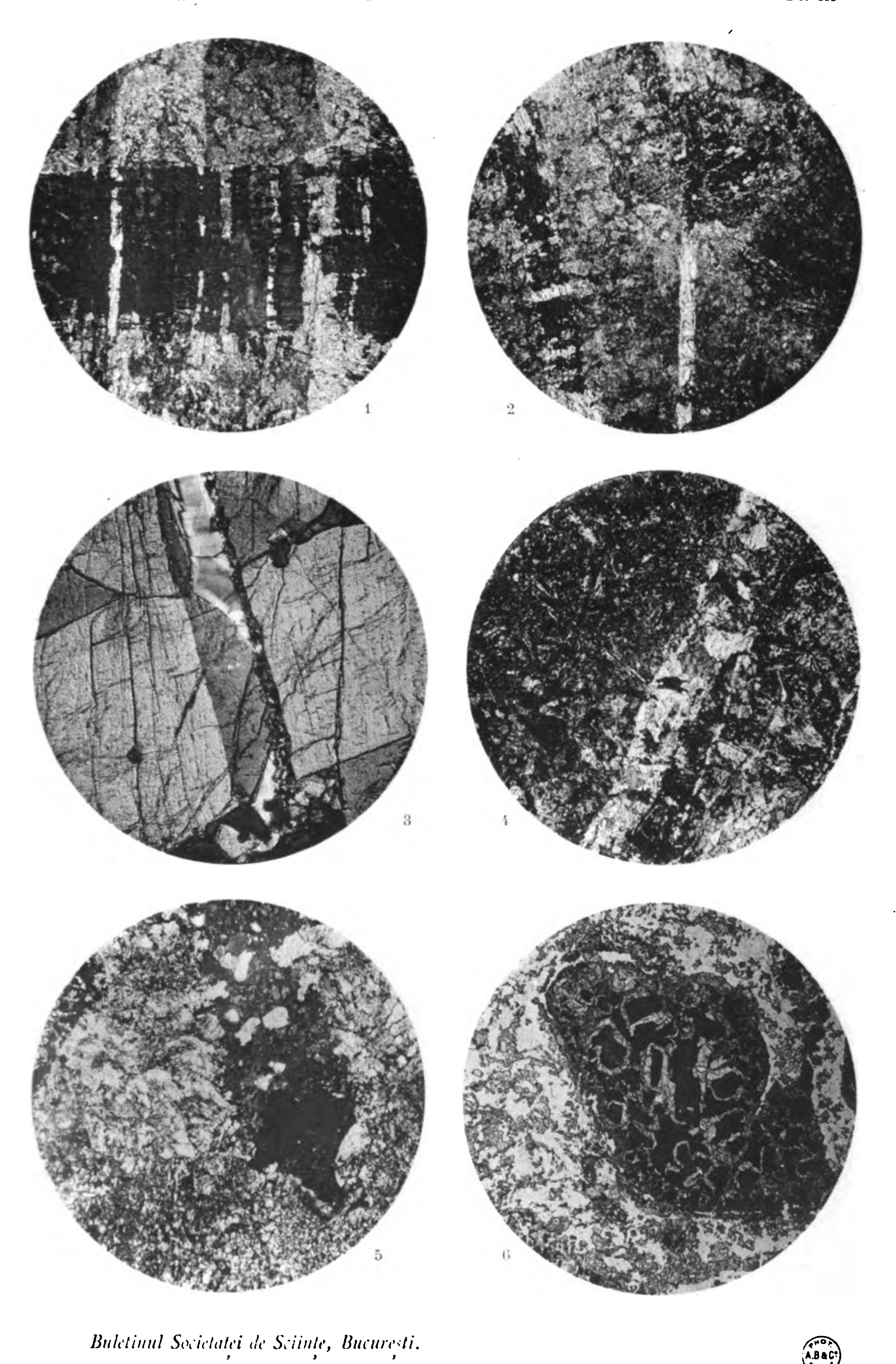
[illegible] an den Grenzen, [illegible] hornfelsartigen [illegible] von [illegible] 50×, N +.

[illegible] Ader. Ein Theil [illegible] Mitte [illegible] Vermanfels aus dem Undathal, [illegible] N +.

[illegible] dem Serpentin (obere Hälfte) serpentinisiert wird, [illegible] Granat [illegible] fels (untere Hälfte) noch frisch erhalten geblieben [illegible] hornfelsartigen [illegible] von dem Undathal [illegible] 50×, N +.

Fig. [illegible] Granatader, [illegible] dem Serpentin (untere [illegible]) in Antigorit [illegible] wird [illegible] 50×, N +.

Fig. 6. [illegible] von [illegible] aus dem Undathal. [illegible]


1
2
3
4
5
6

## TAFEL IV

Fig. 1 u. linke Hälfte 3. Granatpseudomorphose mit Chloritnestern nach einem unbekannten Mineral. Einsprenglinge in dem dichten Granatfels aus dem Urdakamm 30×, N+; 40×, N ||.

Fig. 2 u. 3. rechte Hälfte: Granatpseudomorphose mit einigen Diopsidschüppchen Im Fig. 2. eine Diallagzwillinge. In Fig. 3 die Pseudomorphose ist von einer Pyroxengranatader durchsetzt. 40×, N+.

Fig. 4. Chrysotilähnliche Chloritadern. Die Maschen sind von Granatsubstantz oder aus einem fast isotropen Chlorit mit einigen Granatresten ausgefüllt. Granatvesuvianfels aus dem Urdakamm 65×, N+.

Fig. 5. Feinkörniger Granatfels von dem Muntinuthal. Umbildung des Diallags in Chlorit und Granat. 40×, N ||.

Fig. 6. Feinkörniger Kalksilicatfels von dem Urdakamm, aus grösseren Diopsidfetzen und einem fraglichen Mineral (als kleine Lamellen und Stäbchen) zusammengesetzt. 65×, N+.



## TAFEL IV

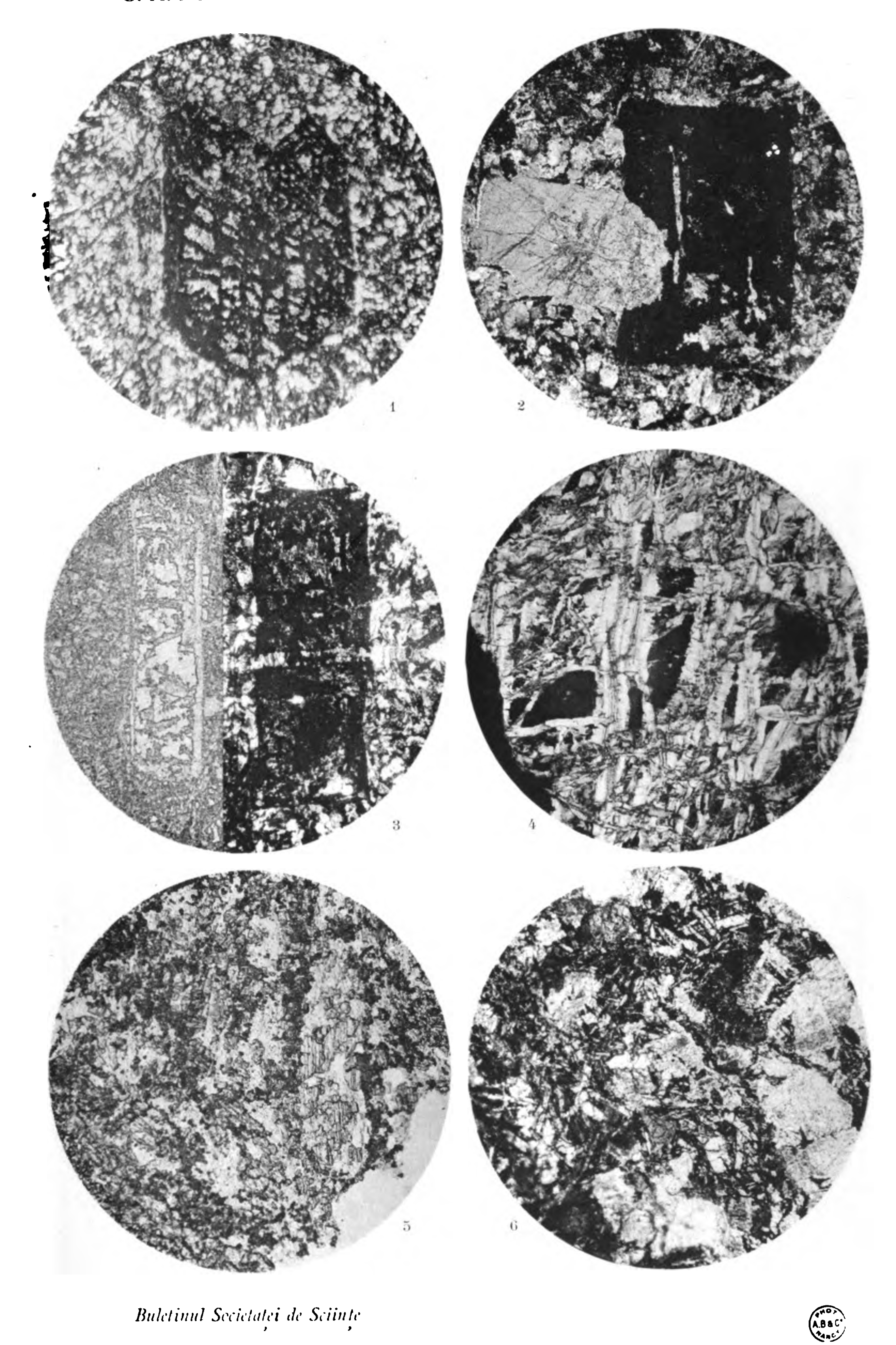
[illegible] Granatpseudomorphose mit Chloritresten nach einem un-[illegible] [illegible] in dem dichten Granatfels aus dem Urda-[illegible] [illegible] 4 ×, N ∥.

[illegible] Granatpseudomorphose mit einigen Diopsidschüppchen [illegible]. In Fig. 3 die Pseudomorphose ist von einer [illegible] ×, N+.

Fig. 4 [illegible]. Die Maschen sind von Granatsubstanz [illegible] Chlorit mit einigen Granatresten ausgefüllt. [illegible] dem Urdakamm 65 ×, N+.

Fig. 5 [illegible] Muntinautial. Umbildung des Diallags in Chlorit und Granat [illegible] N [illegible].

Fig. 6. Feinkörniger Kalksilikat[illegible] aus grösseren Diopsidfetzen und einem fraglichen Mineral [illegible] und Strichen) zusammengesetzt. 65 ×, N+


1
2
3
4
5
6

